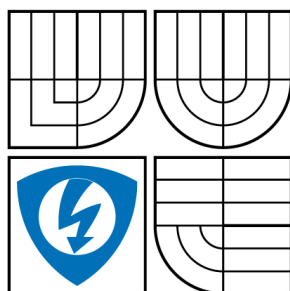


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

# AUDIOVIZUÁLNÍ STIMULÁTOR

AUDIOVISUAL STIMULATOR

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

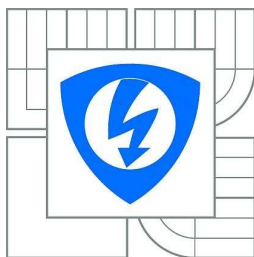
Bc. Michal Bartoš

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Hrozek

BRNO, 2010



**VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ**

**Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií**

**Ústav biomedicínského inženýrství**

# Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor  
**Biomedicínské a ekologické inženýrství**

**Student:** Bc. Michal Bartoš

**ID:** 78108

**Ročník:** 2

**Akademický rok:** 2009/2010

**NÁZEV TÉMATU:**

**Audiovizuální stimulátor**

## POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se s metodami audiovizuální stimulace. Vytvořte hardwarové řešení stimulačních LED brýlí a v prostředí LabWiev programovou aplikaci, která bude ovládat tyto stimulační brýle a současně realizovat zvukovou stimulaci. Využijte programové prostředí LabView.

Práce musí obsahovat teoretický rozbor problematiky a funkční systém pro audiovizuální stimulaci.

## DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] VALUCH J.: Neurotechnologie, mozek a souvislosti. Galaxy Publishing, Praha, 1996

[2] Katalog elektronických součástek firmy GM pro rok 2009

**Termín zadání:** 12.10.2009

**Termín odevzdání:** 21.5.2010

**Vedoucí práce:** Ing. Jan Hrozek

**prof. Ing. Jiří Jan, CSc.**

*Předseda oborové rady*

## UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

## **Abstrakt**

Hlavním cílem této studie je seznámit se s metodami audiovizuální stimulace a vytvoření hardwarového řešení stimulačních LED brýlí a v prostředí LabView programovou aplikaci, která bude ovládat tyto stimulační brýle a současně realizovat zvukovou stimulaci. Využijte programové prostředí LabView.

V programovém prostředí LabView je vytvořena aplikace umožňující ovládání stimulačních LED brýlí a úpravu zvuku ze tří různých zdrojů dvěma odlišnými metodami, které využívají moderní AVS. Celá aplikace obsahuje mnoho bezpečnostních, informativních a doplňkových součástí.

## **Klíčová slova**

Audiovizuální stimulátor, hladina vědomí, frekvenční charakteristika mozku, elektroencefalogram, biofeedback, LabView, blokový diagram, DAQ, stimulační LED brýle, binaurální rytmy

## **Abstract**

The main objective of this study is to learn about the audiovisual stimulator and to create hardware resolution of stimulation LED glasses and in environment of the program LabView application, which operate this stimulation LED glasses and in the same time create sound of stimulation. Use environment of the program LabView.

Application, which is create in environment of the program LabView, enable operate stimulation LED glasses and arrange sound from three source with two different method, which use modern AVS. Application contains a lot of security, informative and agreement components.

## **Keywords**

Audiovisual stimulation, level of consciousness, frequency characteristic of brain, electroencephalogram, biofeedback, LabView, block diagram, DAQ, stimulation LED glasses, binaural rhythmus

## **Bibliografická citace dle ČSN ISO 690**

BARTOŠ, M. *Audiovizuální stimulátor*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2010. 54 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jan Hrozek.

## **P r o h l á š e n í**

„Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma "Audiovizuální stimulátor" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 270 trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.“

V Brně dne 19. května 2010

.....

podpis autora

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Janu Hrozkovi za prospěšnou pedagogickou a odbornou pomoc a za cenné rady při tvorbě mé diplomové práce.

V Brně dne 19. května 2010

.....

podpis autora

# OBSAH

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. NERVOVÁ SOUSTAVA .....</b>                             | <b>1</b>  |
| 1.1 Úvod .....   | 1         |
| 1.2 Členění centrální nervové soustavy .....                 | 2         |
| 1.3 Činnost mozku, stav vědomí a odlišný pohled na AVS ..... | 3         |
| 1.3.1 Úvod .....   | 3         |
| 1.3.2 EEG a frekvenční stav vědomí .....                     | 5         |
| 1.3.3 Změněné stavy vědomí .....                             | 10        |
| <b>2. TEORETICKÉ POZNATKY O AVS.....</b>                     | <b>14</b> |
| 2.1 Teoretický úvod do neurotechnologie .....                | 14        |
| 2.2 Obecné účinky audiovizuální stimulace .....              | 16        |
| 2.3 Historie AVS .....                                       | 17        |
| 2.4 Komerční produkt.....                                    | 20        |
| <b>3. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ PŘÍSTROJE .....</b>                 | <b>21</b> |
| 3.1 Úvod .....   | 21        |
| 3.2 Hardware .....   | 22        |
| 3.2.1 Instalace programového vybavení.....                   | 25        |
| <b>4. PROGRAMOVÉ ŘEŠENÍ AVS.....</b>                         | <b>26</b> |
| 4.1 Labview .....  | 26        |
| 4.2 Uživatelské rozhraní LabView .....                       | 26        |
| 4.2.1 Úvod pro ovládání čelního panelu .....                 | 27        |
| 4.2.2 Ovládání čelního panelu pro AVS .....                  | 28        |
| 4.2.3 Tvorba blokového diagramu .....                        | 37        |
| 4.2.4 Tvorba blokového diagramu pro AVS střední část.....    | 37        |
| 4.2.5 Ovládání LED-diod .....                                | 43        |
| <b>5. ZÁVĚR .....</b>  | <b>45</b> |
| <b>LITERATURA.....</b>                                       | <b>46</b> |
| <b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>                                  | <b>48</b> |
| <b>SEZNAM TABULEK.....</b>                                   | <b>49</b> |

# 1. Nervová soustava

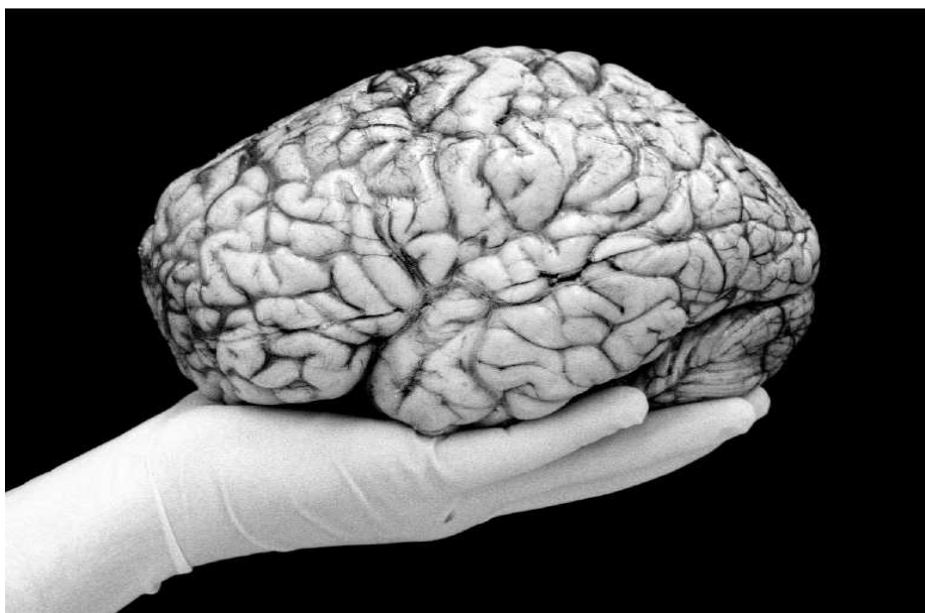
## 1.1 Úvod

Řídící orgán nervové soustavy je mozek (latinsky encephalon). Tento pojem se používá pouze u obratlovců, ale bývá používán i u nervových center některých složitějších bezobratlých organismů.

Mozek je u vyšších obratlovců uložen v dutině lebeční a jeho činnost spočívá v řízení a kontrole tělesných funkcí, jako je například činnost srdce, trávení, schopnost pohybu, řeči, ale i vzniku samotného myšlení či vnímání emocí. Cit neboli emoce se řadí mezi psychologické procesy, kterými se hodnotí skutečnosti, události, situace a výsledky činností dle subjektivního stavu. Poté opět vyvolává a ovlivňuje následující psychologické procesy. Trvanlivějším citovým stavem mysli je nálada. Rozlišujeme několik druhů emocí. Tyto stavy mysli souvisejí s frekvenční hodnotou mozku a jsou podrobně popsány v kapitole 1.3 a dále se jimi budeme ještě podrobněji zabývat.

*„Afekty jsou emoce ve vztahu k negativním citům (např. stav ohrožení). Estetické emoce hodnotí a vyjadřují vkus člověka. Emoce morální vystupují ve vztahu k morálce společnosti. Intelektuální emoce jsou zaměřené na překonávání překážek a problémů. Mozek je uložen v lebeční dutině, ohraničen a chráněn kostmi neurokrania (mozkovny). Společně s míchou tvoří centrální nervovou soustavu, je nadřazeným nervovým centrem. Mozek je chráněn soustavou plen, v lebeční dutině „plave“ v mozkomíšním moku, který je rozváděn soustavou mozkových komor. Podle posledních výzkumů má lidský mozek při srovnání s počítačem výkon 38 petaflops (38 biliard operací za sekundu) a úložnou kapacitu 3 584 TB.,[1]*





Obrázek číslo 1: Snímek mozku [4]

## 1.2 Členění centrální nervové soustavy

- „1. CNS (*Systema nervosum centrale*)”
  - **2a. mozek (encephalon, cerebrum)**
    - **3a. přední mozek (prosencephalon)**
      - 4a. koncový mozek (telencephalon)
        - 5a. neopallium --> mozková kůra (neocortex)
        - 5b. paleopallium --> čichový mozek (rhinencephalon, allocortex)
        - 5c. archipallium --> čichový mozek (rhinencephalon, allocortex)
        - 5d. bazální ganglia
      - 4b. mezimozek (diencephalon)
        - 5a. epithalamus
        - 5b. thalamus
        - 5c. metathalamus
        - 5d. hypothalamus
        - 5e. subthalamus
    - **3b. střední mozek (mesencephalon)**
      - 4a. tectum (tectum)
      - 4b. tegmentum
      - 4c. pedunculi cerebri
    - **3c. zadní mozek (rhombencephalon)**
      - 4a. metencephalon
        - 5a. mozeček (cerebellum)
        - 5b. Varolův most (pons Varoli)
      - 4b. míšní mozek (myelencephalon)
        - 5a. prodloužená mícha (medulla oblongata)
  - **2b. páteřní mícha (medulla spinalis)** „ [1]

Základním prvkem stavby lidského mozku je nervová buňka neboli neuron. „Mozek je tvořen ze 100 miliard neuronů, které jsou jako všechny buňky organismu omezeny membránou, avšak liší se svými velmi složitými tvary. Z centrálního buněčného téměř kulovitého těla vycházejí výčnělky. Standardní neuron má buněčné tělo 10 až 50 tisícín milimetrů v průměru, z nějž vystupuje několik dendritů a jeden axon. Každý dendrit se větví jako větev stromu, délka jedné z větví je přibližně jeden milimetr. Axon zůstává po většinu své délky stejný, až ve své konečné části se dělí na několik větvení, jež se přichytí na buněčném těle či na dendritu jiného neuronu. Oblast kontaktu mezi větvením axonu a jiným neuronem se nazývá synapse. Jeden neuron vytváří synapse průměrně s 10 000 jinými neurony. V mozku člověka tedy existuje 100 miliard krát 10 000 synapsí, tedy asi milion miliard synapsí.“ [1] Každý neuron vysílá informace jiným neuronům svým axonem a informace přechází z jednoho neuronu na druhý na úrovni synapsí. Synapse jsou velké přibližně jednu tisícínu milimetru a jsou zavěšeny na buněčném těle a na dendritech, které sbírají informace. V závislosti na nich se buněčné tělo „rozhoduje“, zda vyslat informaci (nervový vzruch) neuronům, s nimiž je spojeno. Celá činnost mozku a jeho pohyb elektrických impulsů přes nervové buňky vyvolává tudíž stálou frekvenci o určité hladině, která se v důsledku našeho duševního stavu nebo vlivu okolí mění.

## **1.3 Činnost mozku, stav vědomí a odlišný pohled na AVS**

### **1.3.1 Úvod**

Mozek jako orgán takový, patří mezi nejsložitější orgány v našem těle, a tudíž jeho poznání je stále na velice nízké úrovni. Z tohoto důvodu je velice těžké určit všechny okolnosti, které mohou nastat nebo právě probíhají v mozku. Díky technologii EEG se určí výchozí přibližná hodnota frekvence (stav) mozku a dále se mohou sledovat změny této frekvence, které se udály po stimulování hladiny mysli. Stimulování určité hladiny má nejenom za následek psychické změny mysli, ale také souvisí s fyzickým stavem, resp. pocitem. Příkladem může být stimulování frekvenci theta, která je velmi využívána ve věku dospívání. Díky tomuto stavu děti mnohem lépe vnímají okolní podněty a tím se lépe učí nové dovednosti (znalosti). Tyto nově získané dovednosti (znalosti) jsou pro ně tzv. automatické, neboli je mají hluboko v podvědomí a následně je lépe využijí. V dospělosti se v tomto stavu téměř nenacházíme, a proto by bylo značně přínosné dokázat tyto frekvence opět navodit pomocí vnějšího vlivu z

vytvořeného přístroje. Ovšem i toto má svá úskalí. Neví se, jak mozek reaguje na určité stavy vědomí a jeho případné přetížení. Tento stav byl využíván pouze v dospívání a byl doprovázen velkou mírou odpočinku. Pokud se mozek více zatíží, je nutná i jeho zvýšená rekonvalescence (útlumově-relaxační fáze organismu - spánek), což je pozorováno právě u dětí, které spí o cca 25% více času než dospělý člověk. Navíc je jejich spánek částečně odlišný délkou jednotlivých fází spánku. „Existují dvě fáze spánku: NREM spánek (*non-rapid eye movement sleep* = spánek bez rychlých pohybů očí) a REM spánek (*rapid eye movement sleep* = spánek s rychlými pohyby očí). Tyto dvě fáze se v průběhu spánku střídají ve čtyřech spánkových stádiích. Spící jedinec tedy prochází čtyřmi spánkovými stádii. Fáze 1 představuje stádium nejlehčího spánku, protože průběh EEG se nejvíce podobá grafu, získanému při sledování běžné mozkové aktivity. Spánkové stádium 4 se naopak pokládá za nejhlubší periodu spánku, protože se příslušný EEG záznam podobá grafu komatózního stavu. Po skončení 4. stádia se jedinec znovu vrací do stádia 3 a 2. Celý cyklus trvá kolem 90 minut. Teprve po jeho skončení nastává první etapa REM spánku. V průběhu spánku se fáze REM a NREM cyklicky střídají. Spánek dospělého člověka obvykle začíná postupným střídáním stádií NREM od 1. do 4. Tento postup je občas přerušen tělesnými pohyby a částečným probuzením. Asi po 70-80 minutách se spící obvykle krátce vrací do 3. nebo 2. stádia a následuje první fáze REM, která trvá asi 5-10 minut. Délka celého cyklu, od začátku 1. stádia NREM až po ukončení první fáze REM, je asi 90-110 minut. V typických případech se tento cyklus opakuje 4x-6x za noc. A v každém následujícím cyklu se zkracuje 3. a 4. stadium NREM, zatímco narůstá délka fáze REM. U mladých dospělých osob tvoří fáze REM 20-25% celkového množství spánku, 3. a 4. stadium NREM asi 15-20% a 1. stadium NREM asi 5%. Největší část spánku probíhá ve 2. stadiu a je to okolo 50-60%.“ [5] Smyslem této úvahy je fakt, že jedna z moderních myšlenek komerčního využití AVS je právě zmíněná lepší schopnost učení, soustředění a zvýšená aktivita, ale už se zcela zapomíná na další důsledky tohoto i jiných vlivů AVS na organismus, a to nehledě na ty, které nejsou dosud známy. V žádných odborných pracích se nenachází informace, že by docházelo k jakýmkoliv psychickým nebo fyzickým problémům zapříčiněné stimulací pomocí AVS, ale v této části poznání je lidstvo ještě velmi daleko.

### 1.3.2 EEG a frekvenční stav vědomí

Jak tedy bylo zmíněno v předchozí kapitole, činnost mozku probíhá na principu výměny elektřiny a všechny mozkové buňky spolu komunikují pomocí elektrických výbojů, které neustále mozkem „proudí“. Součet všech těchto signálů vytváří celkovou elektrickou aktivitu, která se zaznamenává pomocí elektroencefalografu (EEG). Rychlost elektrické aktivity mozku, která se nazývá frekvence (udává se v Hz) se dělí pro zjednodušení do čtyř skupin, tzv. hladin vědomí a EEG křivka obsahuje frekvence, které jsou většinou pod úrovní 30 Hertzů. Jednotlivé hladiny vědomí mají tedy různou frekvenci a každá odpovídá jinému duševnímu i tělesnému stavu.

*„Stav na rozhraní hladin alfa a theta (7,83 Hz) se nazývá **Schumannova rezonance** a má zvláštní magickou přitažlivost. Na této frekvenci totiž pulzuje i geomagnetické jádro země. V tomto stavu myslí například lehce nacházíme řešení problémů, se kterými si nevíme rady. Programy se Schumannovou rezonancí má většina AVS přístrojů.*

*Nejznámější je aktivita alfa s frekvencí cca 12 Hz, kterou sledujeme u dospělých v occipitální oblasti hlavy při zavřených očích. Pomalejší frekvence (theta a delta) mohou být v bdělém stavu u dospělých patologickým příznakem. Během spánku jsou naproti tomu identifikátorem různých spánkových stadií, čehož se využívá ve spánkových laboratořích; u dětí mohou být tyto frekvence měřítkem vyzrálosti CNS.*

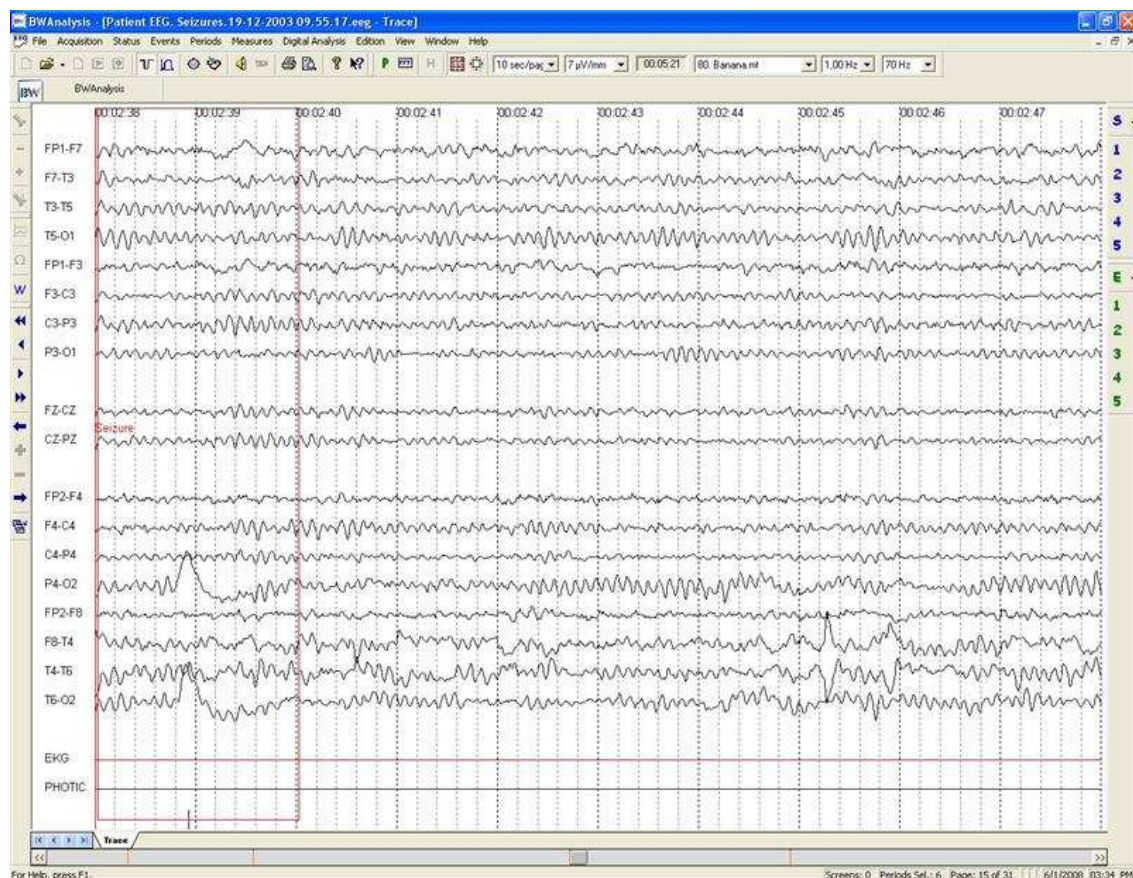
*Navození určité hladiny mozku a dokonce dané konkrétní frekvence mozku je fyziologická záležitost a dojde k němu vždy při použití přístroje. Navození dané hladiny se nelze ubránit – nastane i proti vůli uživatele. Přeladění vědomí není tedy věcí vůle uživatele, není to věcí víry – je to čistě fyziologická reakce, která proběhne za každých okolností. Přizpůsobení se mozkových vln vysílané frekvenci se nazývá efekt napodobení frekvence a poprvé byl popsán v letech 1935-1952.“ [12]*

**Tabulka číslo 1: Stavy mysli a jejich frekvence**

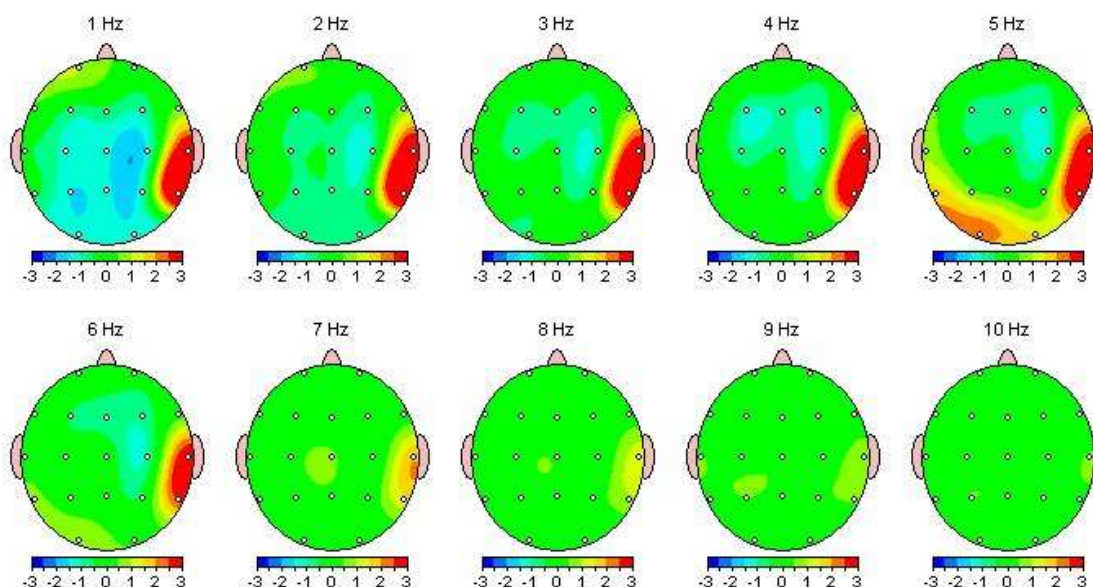
| Název stavu | Frekvenční rozsah | Stav vědomí                              |
|-------------|-------------------|--|
| Delta       | 0.5Hz – 4Hz       | Hluboký spánek                           |
| Theta       | 4Hz – 8Hz         | Ospalost (anebo první fáze spánku (REM)) |
| Alpha       | 8Hz – 14Hz        | Uvolněn, ale soustředěn                  |
| Beta        | 14Hz – 30Hz       | Vysoce vybuzený a soustředěný            |

Dominantní frekvence v EEG křivce určuje, za jaký se považuje momentální stav vědomí. Takže pokud je v křivce nejvýraznější amplituda frekvence alfa, mozek se nachází ve stavu alfa. Problém ale je, že v mozku se vždy vyskytují skupiny různých frekvencí a je tedy nemožné určit pouze jednu přesnou a definitivní frekvenci, na které v určité chvíli mozek pracuje. Proto se používají různé zjednodušené modely, které předpokládají jednotnou frekvenci. Pokud se mozek stimuluje určitými okolními podněty, je možno ovlivnit jeho frekvenci a změnit stav vědomí. Například, jestliže je osoba v beta stavu (vysoká koncentrace), a mozek se po určitou dobu stimuluje frekvencí 10Hz, tak na stimulaci „odpoví“ a frekvenci se přispůsobí. Tento fenomén je znám jako odpověď následováním frekvence (frequency following response). Pokud se frekvence mozku od vnějšího podnětu liší méně, tak toto ovlivnění je efektivnější. Proto, když je požadavek změna frekvence mozku (stavu vědomí), počáteční frekvence podnětu by měla být co nejbližší momentální frekvenci mozku. Poté se mění frekvence okolního podnětu dostatečně pomalu na to, aby ji mozek stačil následovat, a aby se rozdíl frekvencí příliš nezvětšil. V praxi je těžké zjistit aktuální frekvenci mozku bez speciálního vybavení (například EEG), ale dá se předpokládat, že počas dne je mozek v

beta stavu (kolem 20Hz). Pokud je pociťováno značné uvolnění, může se mozek nacházet na frekvenci nižší, a proto začínáme od 15Hz. U AVS jsou nejčastěji již předem naprogramovány stopy, podle kterých program postupuje, aby dosáhl výsledné úrovně stimulace a uživatel již nemusel toto řešit.



**Obrázek číslo 2 : Celková frekvence mozku [13]**



**Obrázek číslo 3 :** Celková frekvence mozku v určitých oblastech [13]

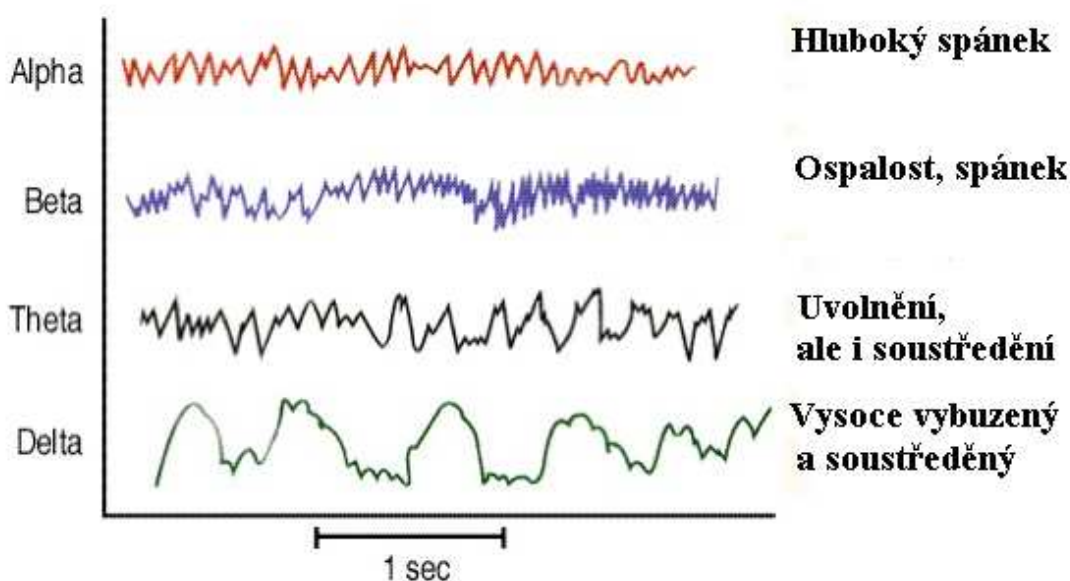
Nejjednodušší způsoby stimulování mozku jsou zvukem nebo světlem, případně ve spojení obou možností. U stimulace pomocí zvuku nastává problém, jelikož lidské ucho nedokáže zachytit dostatečně nízké frekvence, které se při stimulaci mozku používají, a tedy je třeba použít speciálních technik.

Jedna z těchto mnohých technik se nazývá binaural beats. Pokud se do levého ucha dostává stálý tón o frekvenci 500Hz a do pravého stálý tón s frekvencí 510Hz, tyto dva tóny se v mozku zkombinují. Jejich rozdíl činí 10Hz a je mozku dobře vnímán a přijat. Tato frekvence vzniká rozdílem dvou tónů, je formována čistě mozku a dosahuje velmi efektivní stimulace. Tato frekvence, přijata v podobě rozdílu dvou oddělených frekvencí, se nazývá binaurální. Kromě binaurálních rytmů je možné u některých modelů psychowalkmanů setkat se i s jiným druhem zvuku, který může fungovat fyziologicky odlišně. „*Bílý šum je velmi rychlé a nahodilé střídání zvukových frekvencí, tedy forma smyslové deprivace sluchu tím, že poskytuje neurčitou a zmatečnou informaci. Mozkové centrum sluchu reaguje na takový podnět útlumem, tedy uvolněním do nižších hladin vědomí alfa až delta. K dalším účinným typům stimulačních signálů využívaných v omezené míře světovými výrobci neurostimulačních přístrojů patří dále klapot, izochronní tóny (běžně se vyskytují v přírodě), šedý nebo hnědý šum, monaurální rytmy, binaurální a izochronní akordy. V drtivé většině modelů všech značkových výrobců psychowalkmanů jsou standardně zabudovány právě binaurální*



rytmy. Jednou z jejich nesčetných výhod je to, že působí daleko pod i nad prahem slyšitelnosti.“ [6]

Další možností je použití kolísání hladiny zvuku o námi požadované frekvenci (např. 10Hz), i když tato metoda není uspokojivě prozkoumána. Zde se může navolit jak frekvence hladiny zvuku, tak velikost amplitudy této frekvence (rozkmit). Tato metoda byla použita v diplomové práci, kde v programu vytvořeného pomocí programového prostředí LabView je možné upravit na uživatelem zvolenou zvukovou stopu opět uživatelem zvolenou frekvenci. Diplomová práce byla rozšířena mj. programem o využití binaurálních rytů a jejich přesné nastavení generovaného signálu a oblasti jejich působení. Na obrázku číslo 4 je zobrazen souhrn 4 jednotlivých nejdůležitějších frekvencí EEG a příslušných stavů. Tyto stavy byly již vyfiltrovány z celého spektra frekvencí mozku a znázorněny jako jediná dominantní frekvence (tento stav nastává pouze v námi zjednodušeném případě).



**Obrázek číslo 4 :** Frekvence mozku a jeho stavy vědomí [11]



### 1.3.3 Změněné stavy vědomí

#### Meditace

Meditace je schopnost vlastní vůlí pozměnit mozkové frekvence do požadovaného stavu vědomí. Zatímco meditaci se lidé často musí učit několik let, než dosáhnou úspěchu, pomocí stimulace okolními podněty (zvukem nebo světlem) je možné stejného efektu dosáhnout i s binaurálními frekvencemi nebo kolísáním hladiny zvuku o určité frekvenci. Dobré meditační frekvence jsou v alfa stavu od 8 do 13 Hz. Pokud se některý stav vědomí navozuje častěji v průběhu určitého časového období, mozek se naučí tohoto stavu dosáhnout snadněji a rychleji. Dokonce jsou známy i případy, kdy někteří lidé byli schopni změnit stav mysli bez jakéhokoli vnějšího zásahu a to právě díky častým změnám stavu vědomí pomocí AVS.

V dnešní době se velmi rozšířilo využití AVS a to nejen v komerční, ale i lékařské oblasti. Pro lékařské účely se volí speciální brýle s nastaveným program přímo pro daného pacienta a jeho léčebný postup. Vše je pod dohledem lékaře a pacient nemá možnost jiného využití, než jaké je zvoleno. V komerční oblasti je variabilita přístroje mnohem větší a sám přístroj obsahuje několik programů nebo možnosti dokoupení dalšího příslušenství, tak aby mohl splňovat očekávané využití. Většina známých možností využití je uvedena v tabulce číslo 2.

**Tabulka číslo 2 : Využití AVS [13]**

| <b>Přímé využití AVS<br/>v medicíně:</b>  | <b>Kondiční využití AVS:</b>   | <b>Relaxační programy:</b>   |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• spánkový dluh</li><li>• deprese</li><li>• úzkost</li><li>• únava</li><li>• stres</li><li>• tréma</li><li>• nízké sebevědomí</li><li>• snížená citlivost</li><li>• problémy se soustředěním</li><li>• apatie nejruznějšího původu</li><li>• lehká mozková dysfunkce</li><li>• poúrazové stavy</li><li>• oslabení organismu</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• odstranění spánkového dluhu</li><li>• odstranění negativních pocitů</li><li>• odstranění stresu</li><li>• odstranění únavy</li><li>• odstranění podrážděnosti</li><li>• sport</li><li>• učení</li><li>• zvýšení tvořivosti</li><li>• zlepšení paměti</li><li>• meditace</li><li>• cílené odstraňování návyku a závislostí</li><li>• transformace</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• zruší stresovou smyčku a bloky stresu, úzkosti a negativné emocí</li><li>• poskytují rychlou úlevu od stresu a únavy, rychlý odpočinek</li><li>• navozují vnitřní klid a rovnováhu – vyrovnanost, nadhled a psychickou odolnost</li><li>• zlepšují sexuální apetenci</li></ul> |

|   |  |  |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• poruchy imunity</li> <li>• migréna</li> <li>• bolesti</li> <li>• hypertenze</li> <li>• alergie</li> <li>• negativní pocity</li> <li>• podrážděnost</li> <li>• agresivita</li> <li>• lehká mozková dysfunkce</li> <li>• hyperaktivita</li> <li>• odstraňování návyků</li> <li>• poruchy spánku</li> </ul> | <p>osobnosti</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• povzbuzení smyslů</li> <li>• sebepoznání</li> <li>• zábava</li> <li>• relaxace</li> <li>• zlepšení obrazotvornosti</li> <li>• zlepšení paměti</li> <li>• práce s podvědomím</li> <li>• osvěžení</li> <li>• zvýšení imunity</li> <li>• celkové rozšíření vědomí a myšlení</li> <li>• vyčištění mysli</li> <li>• regenerace</li> <li>• zábava</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• regenerují organismus podobně jako spánek</li> <li>• při pravidelném používání urychlují léčbu nemocí, především psychosomatických</li> <li>• zmírňují či odstraňují bolesti hlavy</li> <li>• jsou základem meditace a různých technik duševní práce</li> <li>• snižují vysoký krevní tlak</li> <li>• uvolňují svalstvo, snižují bolesti svalů a zad</li> <li>• do organismu uvolňují tzv. přirozené opiáty vyvolávající příjemný stav (endorfiny)</li> </ul> |
|---|--|--|

| Učební programy:  | Spánkové programy:   | Energizující programy:   |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• urychlují, usnadňují a zkvalitňují proces učení</li> <li>• navozují stav vrcholné koncentrace vhodný pro učení nebo jiný duševní či fyzický výkon (například sporty)</li> <li>• odstraňují trému</li> <li>• výrazně napomáhají u poruch školních dovedností (lehké mozkové dysfunkce)</li> <li>• zmírňují nebo odstraňují nesoustředěnost (dekoncentrace)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• namísto mělkého spánku navozují hluboký spánek; po probuzení je člověk odpočatější</li> <li>• pomohou rychle usnout</li> <li>• při pravidelné aplikaci jsou nejúčinnějším prostředkem pro odstranění problémů se spánkem, umožní vysadit léky, užívané na spaní</li> <li>• pomáhají při kompenzaci spánkového dluhu</li> <li>• mohou zmírnit nebo odstranit stavy náměsíčnosti a stavy abnormální spavosti</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• dobíjejí energii, osvěžují</li> <li>• spolehlivě nahrazují a předčí klasické stimulanty, jako jsou káva či energetické nápoje</li> <li>• aktivují přirozené energetické rezervy organismu</li> <li>• nabuzují ospalou a nekoncentrovanou mysl</li> <li>• stimulují mozek a tělo k mnohem lepšímu využití energie, které má k dispozici</li> </ul> |
| Transformace osobnosti:   | Odstraňování negativních pocitů:   | Sport:   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• odstraňování závislostí (drogové, alkoholové, hráčství, nikotin,...)</li> <li>• odstraňování poruch chování (mentální anorexie, bulimie, fobie, odstranění trémy, kleptománie, pedofolie,...)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• podrážděnost, agresivita</li> <li>• tréma, nízké sebevědomí, stavy úzkosti, stavy nerozhodnosti, fobie,</li> <li>• užití u S. A. D., dlouhotrvajících osobních problémů, pracovních problémů</li> <li>• užití u deprese v užším smyslu slova</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• vrcholový sportovec, rekreační sport</li> <li>• odstranění trémy před výkonem</li> <li>• relaxace a regenerace organismu po výkonu</li> <li>• nabuzení smyslové i tělesné před sportovním výkonem</li> </ul>  |

Zkrácení a zlepšení času učení.

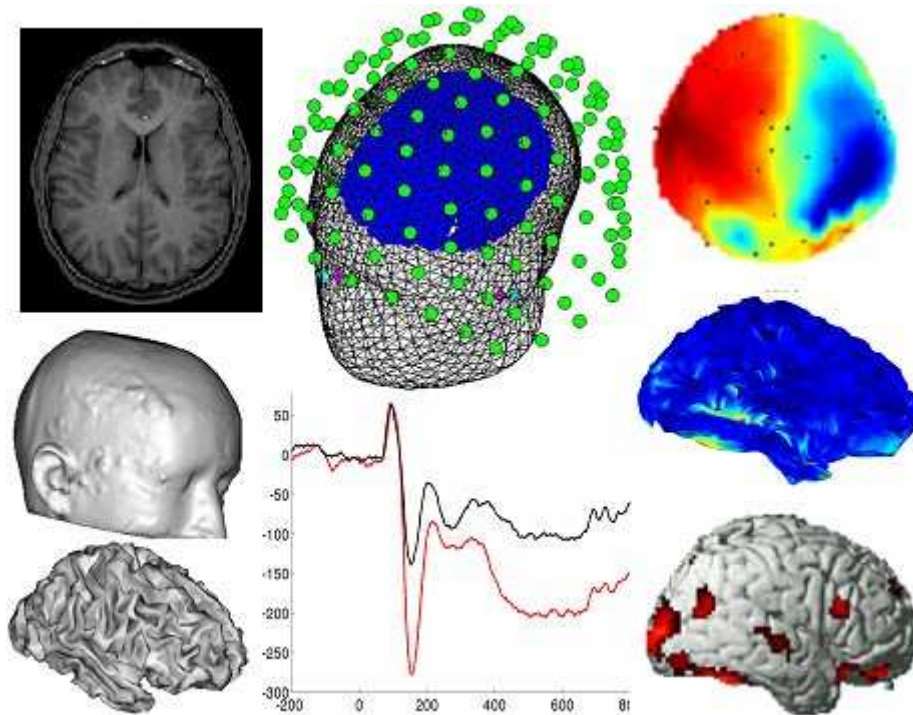
Stav theta (4-7Hz) zvyšuje schopnost učit se a poslední průzkumy uvádějí, že děti tráví ve stavu theta mnohem víc času než dospělí, což pravděpodobně vysvětluje zvýšenou schopnost dětí učit se.

*“Snižování potřeby spánku*

*Někteří lidé zjistili, že půl hodiny denně ve stavu theta jim dokáže nahradit až čtyři hodiny spánku.*

*Léčení některých psychických nemocí*

*Binaurální frekvence jsou využívány při léčbě depresí, poruchách soustředění, drogové a alkoholové závislosti, autismu, a mnoha dalších.“[7]* Na obrázku číslo 5 můžete vidět náčrt snímání EEG signálu, jeho záznam a aktivity mozku.



**Obrázek číslo 5 : Snímání signálu EEG [9]**

## 2. Teoretické poznatky o AVS

### 2.1 Teoretický úvod do neurotechnologie

Neurotechnologie jsou seskupením různých technik, jejichž úkolem je zdokonalení činnosti a výkonnosti lidského mozku. Jsou založené hlavně na praktickém využití vědeckých poznatků a technologií, ale také na poznatcích starobylých duchovních učeních. Regulace stavů vědomí je u neurotechnologií dosahována díky audio-vizuální stimulaci AVS, u nás spíše známá jako psychowalkman. Toto zařízení je obvykle realizováno pomocí jednodušších periodických optických stimulů, přiváděných na LED diody brýlí a současně přepracovanou zvukovou stimulací, také periodického charakteru, do stereosluchátek (psychowalkman), viz [kapitola 1.3.2](#). Umožňují více nebo méně komplikované průběhy AVS (kde se frekvence a typ stimulace postupně mění) a jsou určeny pro různé specifické cíle. Během stimulace dochází v mozku daného člověka k efektu strhávání rytmů, který způsobuje postupné přeladování z jednoho stavu vědomí do jiného. V mnohých záměrech už samotné "přepnutí" do jiného stavu mozku je žádaným a konečným cílem relaxovat, usnout nebo dobít energii. Při složitějších cílech pomáhá synchronizace (kooperace) práce levé a pravé hemisféry mozku. U běžného člověka je většina aktivit mozku lokalizovaná převážně v jedné z hemisfér, přičemž, velmi zjednodušeně řečeno, levá koresponduje převážně s lineárními a logickými úlohami a pravá spíše s intuitivním, podvědomým a prostorovým zpracováním informací.

Toto není zdaleka jediná metoda používaná v neurotechnologii. Dalšími metodami jsou:

světelná stimulace, zvuková stimulace, lebeční elektrostimulace, metody senzorické deprivace, kinetická metoda, biomagnetické obvody, kontrolované snění a další. Jeden z mnoha pokusů můžete vidět na obrázku číslo 7.

Neurotechnologické metody jsou obecně širokou veřejností považovány za pravděpodobně velmi účinné a bezpečné prostředky ke zlepšení kvality lidského života bez ohledu na to, zda vykazuje zjevné známky poškození či ne. Většina lidí je dnes netrénovaná v duševních záležitostech a nemůže tedy efektivně těžit z tradičních metod, jako jsou meditace nebo biofeedback. Díky tomu snadněji podléhají stresu, agresivitě, poruchám spánku atp.

Ke každým modelu AVS jsou vždy stimulační brýle (je možné sehnat i samostatně). Pokud se musí použít některé ze speciálních brýlí, bere se v úvahu i jejich kompatibilita s jednotlivými AVS přístroji, především polarita. U brýlí s opačnou polaritou než má daný AVS přístroj lze použít redukci na změnu polarity. Rozdílná vlnová délka barev působí také různým způsobem na psychiku člověka.

*Účinky jednotlivých barev:*

- *červená (vybuzující) mozkové buňky na ni reagují nejsilněji, prokrvuje, povzbuzuje smysly dodává energii a vitalitu. Je nejvíce používanou barvou pro AVS*
- *modrá (relaxační a meditační) uklidňuje, snižuje tepovou frekvenci, tiší bolest, působí příznivě při zánětlivých onemocněních, podporuje meditaci a stimuluje životní sílu, inspiraci a víru*
- *zelená (neutrální) nastoluje rovnováhu a harmonii, posiluje nervovou soustavu, podporuje vnitřní klid a relaxaci*
- *oranžová-jantarová (veselá) dodává optimismus, odstraňuje deprese, podporuje ctižádost a intelekt. Je kompromisem mezi zelenou a červenou*
- *bílá (univerzální) obsahuje vlastnosti celého spektra barev a má tedy nejširší možnosti působení*
- *žlutá (intelektuální) povzbuzuje rozum a intelekt, uvolňuje pozitivní energii, podporuje kreativitu a chuť do učení*
- *fialová (duchovní) působí na nevědomí, dodává duchovní sílu a poznání, posiluje meditaci, má nejvyšší a nejjemnější vibrace [12]*

U brýlí pro AVS se nejvíce používají červené, jantarové nebo bílé diody, dále kombinace různě barevných diod (zpravidla dvou kontrastních), např. červeno-zelené nebo modro-zelené, ostatní uvedené barvy diod se většinou používají jako doplňkové pro využití jejich speciálních účinků.



Obrázek číslo 6 : Stimulační brýle

## 2.2 Obecné účinky audiovizuální stimulace

- **Harmonizuje výkon celého mozku, především obou mozkových hemisfér** (pokud pracují obě mozkové hemisféry rovnoměrně, může člověk naplno využít svůj potenciál).
- **Stimuluje tvorbu nových nervových spojení** (aktivací mozkových buněk dochází k tomu, že neurony mají tendence obnovovat se, neustále hledat a navazovat nová spojení)
- **Zvyšuje průtok krve mozkem** (okysličuje mozek, 30 minutová audiovizuální stimulace zvyšuje průtok krve mozkem o 17 %)
- **Vyrovnává deficit neurotransmiterů** (AVS zajišťuje optimální hodnoty neurotransmiterů v mozku, například dopamin, serotonin). Díky tomu se nabízí možnost ovlivnění depresí. Po 30 minutovém používání relaxačního programu dochází ke zvýšení sekrece serotoninu v průměru o 23%. AVS systémy ovlivňují také produkci endorfinů – hormonů dobré nálady.



**Obrázek číslo 7:** Jeden z mnoha pokusů neurotechnologie [10]

## 2.3 Historie AVS

Lidstvo již před staletími nebo dokonce tisíciletími intuitivně tušilo a dnes se již zcela prokazatelně ví, že sjednotit frekvenci mozkových vln znamená harmonizovat činnost mysli (a to jak alpha nebo beta frekvenci). *„Harmonizace je především prospěšný vliv na celkový zdravotní stav a rovnováhu organismu na chemické, fyzikální i duševní úrovni (mozek je řídicí jednotka celého organismu) a výrazné zvýšení duševní kapacity (lepší řešení logických i emočních problémů, zvýšení IQ a EQ, duchovního probuzení apod.).*

*„ Dnes již také víme, že dosáhnout konkrétního stavu vědomí, např. hluboké hladiny alfa (8-9 Hz) znamená "formátovat" své vědomí k dosažení zcela konkrétních účelů. Historie ukazuje, že tyto dva poznatky využívalo lidstvo s úspěchem po tisíciletí, a dokonce mnohem lépe, než to zatím dokážeme my dnes. Navíc se o důležitosti těchto jevů vědělo, i když se jednalo o vědění podvědomé a pocitové, z dnešního hlediska nepodložené vědeckými důkazy. Navozování změněných stavů vědomí nebylo totiž bláznivým výstřelkem šamana nebo kouzelníka, jak by se z dnešního pohledu 20. století mohlo ještě donedávna zdát. Schopnost navozovat a využívat změněného vědomí je základním předpokladem k dosažení trvalé psychosomatické rovnováhy, nezkreslenému prožívání života, radosti a štěstí z něj, stejně tak jako autentickému prožívání jeho duchovního aspektu.*

*Tato základní lidská potřeba se nezměnila, přesto, že po několik posledních let je společensky trvale potlačována. Snaha o její zpětné dosažení, která výrazně sílí v posledních padesáti letech (ale je stále okrajová) potom pro většinu populace někdy*



působí křečovitě („lidové léčitelství a šamani, jak divné!"). Je nesporné, že k rozvoji schopnosti dosahovat a využívat změněného vědomí hrál od počátku významnou úlohu sluch a jeho stimulant – zvuk. K ovlivnění psychiky prostřednictvím sluchu bylo historicky používáno mnoho jevů, včetně hry na hudební nástroje. Zastavme se k dokreslení souvislostí alespoň u některých. Jedním z nejzákladnějších jevů je naslouchání přirozeným zvukům přírody. Antropologové dokonce zjistili, že šimpanzi jsou schopni ujít i několik desítek kilometrů "jen" proto, aby našli místo, která jim "zvukově" (pochopitelně i "zrakově" apod.) vyhovuje. Místo, které je tedy pro udržení psychosomatické rovnováhy neoptimálnější. Je to přirozená schopnost a potřeba většiny savců, člověka nevyjímaje. Netřeba asi zdůrazňovat, že závažné negativní důsledky ignorování této i dalších přirozeností pociťuje člověk dnešního světa dnes a denně. Dalším druhem zvukové stimulace je vyslovování či vyluzování různých zvuků, dnes je v ezoterice nejznámější pravděpodobně slabika ÓM. Každá hláska má jiný tón, jinou vibraci - frekvenci. Vyslovení zvuku je vnímáno nejen sluchem, ale rezonancí celým tělem, protože lidské tělo je obrovský rezonátor. Pro mluvícího rezonuje vydaný zvuk především v krční oblasti, kde vlastně vzniká, pro příjemce především v oblasti mozku, kde je centrum sluchu. Vyslovováním určitých hlásek či zvuků je tedy možné ovlivnit psychiku, dokonce lze působit určitými hláskami či tóny na konkrétní frekvenci mozkových vln.

Jednotlivým hudebním tónům odpovídá i specifická frekvence. Uvedeny jsou pro ilustraci pouze dvě nejnižší oktávy.

**Tabulka číslo 3: Tóny a jejich frekvence**

| nota      | frekvence v Hz |
|-----------|----------------|
| I. oktáva | II. oktáva     |
| C 32,7    | 65,4           |
| D 36,7    | 73,4           |
| E 41,2    | 82,4           |
| F 43,6    | 87,3           |
| G 49,0    | 98,0           |
| A 55,0    | 110,0          |
| H 61,7    | 123,4          |

*Zlomovým předělem ve stimulaci mysli zvukem byl vynález bubnu. Datovat je to obtížné – jisté však je, že buben jako nástroj byl znám a rozšířen po celou historii šamanismu (čínské archeologické nálezy datují první známé šamanské bubny potažené aligátoří kůží do doby asi 6000 let př. kr.). Jako významný zdroj "vibrací" přetrval, i když v pozměněném účelu, do dnešní doby. Při výzkumu tohoto jevu bylo například zjištěno, že frekvence bubnování několika současných primitivních národů z různých míst planety odpovídá bez rozdílu hladině theta (4 - 7 cyklů za sekundu). U bubnů, jako nástroje specifických zvuků, také tkví kořeny zvukové stimulace, která je používána v dnešních psychowalkmanech. „[6]*

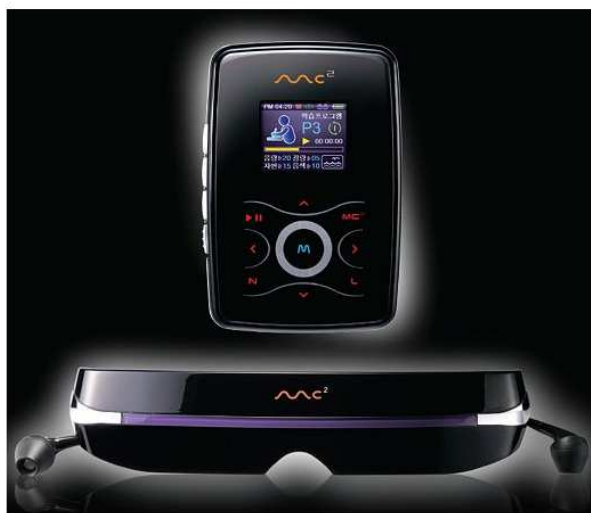
K velkému průlomů ve výzkumu mozku došlo až ve druhé čtvrtině 20. století, kdy v roce 1934 tým anglických neurofyziologů z Londýna, Oxfordu a Cambridge pod vedením lékařů Adriana a Matthewse vyvinuli přístroj elektroencefalograf (EEG), který dokázal zaznamenat frekvenci lidského mozku (podobně jako EKG rytmus srdce). Tím tedy bylo poprvé možné měřit vliv pulsujícího světla nebo zvuku na lidskou psychiku. V letech 1940-44 objevil a zdokumentoval anglický neurofyziolog Walter Grey samotný princip vizuální stimulace mysli, neboli že lidská mysl reaguje na jistou frekvenci blikajícího světla a zvuku tak, že se přeladí do jiného stavu vědomí. Na dalších výzkumech se podílelo, kromě jiných osobností, i několik nositelů Nobelových cen. Možnosti nové technologie, nazvané světelně-zvuková stimulace (audiovisual stimulation - AVS), byly zřejmé, avšak neměla až do sedmdesátých let příliš velkou naději na rozšíření. Problém spočíval v jejich nadměrné velikosti a ceně (jeden přístroj zabral skoro celou místnost a stál přes 11 000 amerických dolarů). Většina progresivních technologií prošla laboratořemi NASA a AVS se tomuto zájmu pochopitelně také nevyhnula. Jeden z prvních projektů se zabýval využitím audiovizuální technologie pro trénink amerických pilotů a později kosmonautů. Cílem bylo připravit jejich psychiku na náročné podmínky nadzvukových a kosmických letů. Znamenalo to použití stimulátoru jako prostředku pro zvýšení koncentrace a psychické odolnosti v zátěžových situacích. Význam AVS je zřejmý spíše až v současné době, kdy narůstají civilizační potíže, a to především stres a únava. Také je ve větší míře kladen důraz na využití intelektu a rychlosti odstranění problému. V roce 1981 byl zkonstruován první předprogramovaný, digitální, kompaktní přístroj Mastermind. V roce 1989 uvedla soukromá americká společnost Syntetic Systems International, Inc. na trh v USA první sériově vyráběný samouživatelský model psychowalkmanu na světě. V současnosti jsou psychowalkmany, nyní i z produkce dalších výrobců, k

dostání zhruba v 80 zemích světa. Celosvětová poptávka po těchto produktech a růst jejich spotřeby je vysoký, meziročně průměrně přes 200%. Ve dnech 5. -7. 12. 1992 se konal první světový neurotechnologický kongres v Seattlu. Odborná veřejnost zde byla seznámena s výsledky dosavadní práce, což bylo podnětem pro další rozvoj těchto metod v západoevropských zemích a pro jejich přijetí na Východě.

## 2.4 Komerční produkt

*„Psychowalkman MC Square X1 – doporučená cena 9400 Kč. AVS 21. století! Model, který splňuje všechna očekávání: aktivně snít, rozjímat, načerpat ztracené síly, uvolnit stres, zlepšit spánek, naladit život pozitivním směrem. Dlouhodobé používání pomůže zlepšit Váš zdravotní stav, fyzickou výkonnost, paměť, schopnost koncentrace, učení atd.*

- *kompaktní a štíhlý design nové generace, tloušťka jen 14 mm*
- *1,3“ barevný LCD displej*
- *dotyková tlačítka*
- *světelné brýle typu „vše v jednom“ s integrovanými sluchátky*
- *samostatná pohodlná sluchátka do uší potlačují hluk okolního prostředí*
- *nastavitelná hlasitost a intenzita světla a zvuku*
- *USB připojení k počítači*
- *interní USB paměť 512 MB plug and play*
- *nahrávání hlasu až 30 hodin, zabudovaný mikrofón*
- *nahrávání a přehrávání zvuku z externího vstupu (AUX In)*
- *mp3 přehrávač*
- *funkce vyhledávání souboru, prohlížení textu i během poslechu hudby*
- *prohlížení obrázků v JPG, jejich zvětšování a zmenšování*
- *biorytmus - po zadání data narození získáte svůj biorytmus na každý den*
- *hodiny“ [2]*



**Obrázek číslo 8:** Psychowalkman MC Square X1 [2]

### 3. Konstrukční řešení přístroje

#### 3.1 Úvod

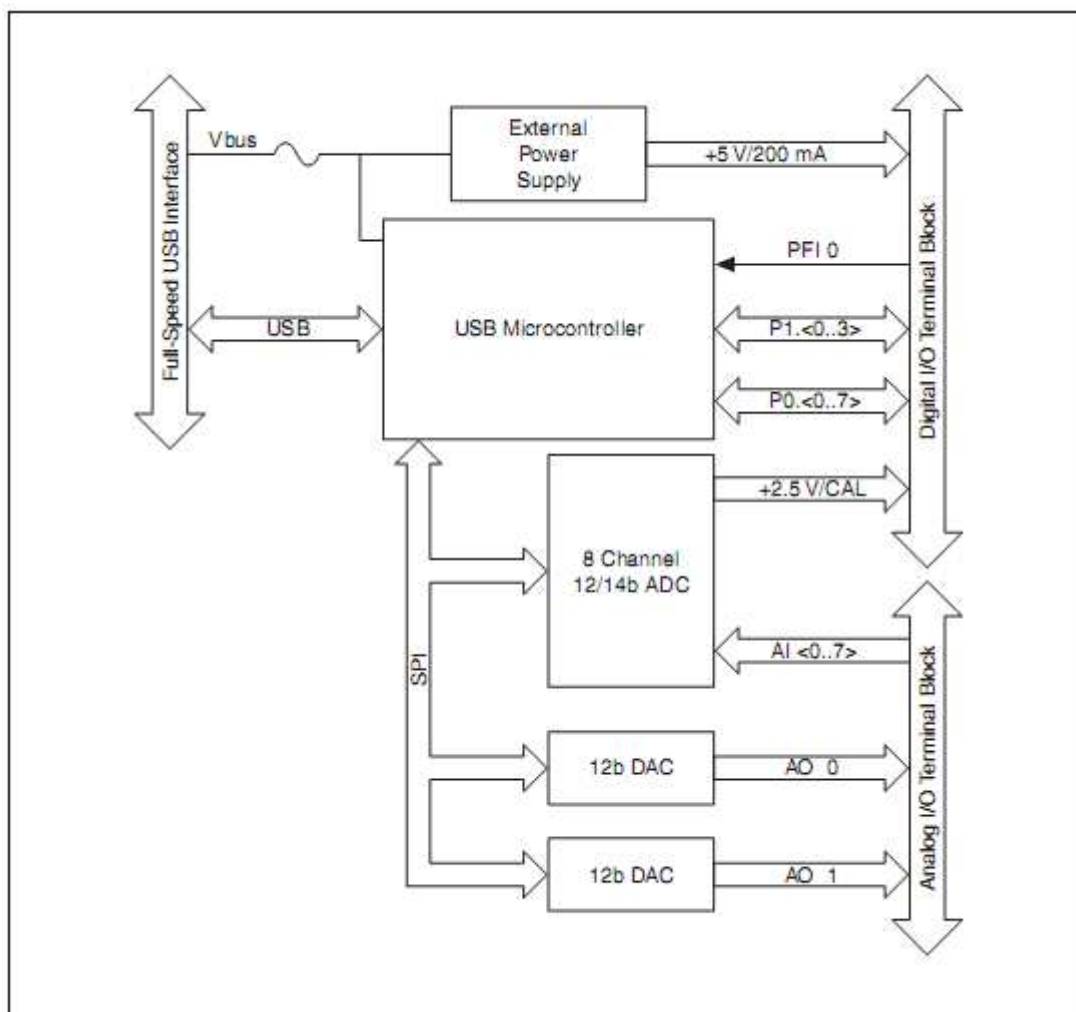
Cílem diplomové práce bylo vytvoření programu, díky kterému by se ovládaly stimulační brýle. Jako programové prostředí bylo zvoleno LabView, ve kterém je možnost výstupu (případně i vstupu) měřicí kartou. Ovládání stimulačních brýlí pomocí sběrnice USB je komplikované, a proto byl dle pokynů vedoucího práce zvolen přístup s měřicí kartou.

Práce s daty získanými při měření a generování fyzikálních signálů se nazývá pořizování dat – Data Acquisition (zkráceně DAQ). Systémy určené pro pořizování dat, neboli tzv. DAQ systémy, tvořené počítačem umožnily zvýšení rychlosti měření a zpracování dat. Obvodové řešení DAQ systémů umožnilo rovněž postupně nahradit analogový způsob zpracování signálů počítačovými systémy za pomoci vhodného programového vybavení (DSP – Digital Signal Processing). Tím vzniká tzv. virtuální přístrojová technika. Její hlavní charakteristikou je kombinace technického a programového vybavení se standardizovanými průmyslovými počítačovými technologiemi umožňující vytváření uživatelsky definovaných řešení. Většinou se specializuje na vývoj technologických řešení pro modulární a zásuvné (tzv. plug-in) systémy včetně programových ovladačů pro DAQ systémy na bázi sběrnic a rozhraní ISA, PCI, GPIB, PC-Card, PCMCIA, USB, IEEE 1394, Ethernet a dalších průmyslových

rozhraní. Programový ovladač (driver) je programové rozhraní k danému technickému zařízení s přihlédnutím ke specifickým vlastnostem konkrétní platformy počítače. Prostředí LabView umožňuje sofistikovaně analyzovat, zpracovávat a zobrazovat signál a získaná data. Moderní zařízení DAQ jsou většinou v provedení zásuvných karet (například měřicí karta, která byla využita v této diplomové práci) pro vložení do systémového konektoru počítače nebo v provedení externího zařízení vybaveného rozhraním pro komunikaci s počítačem, v současné době zejména o rozhraní USB, IEEE 1394 (FireWire), Ethernet apod.

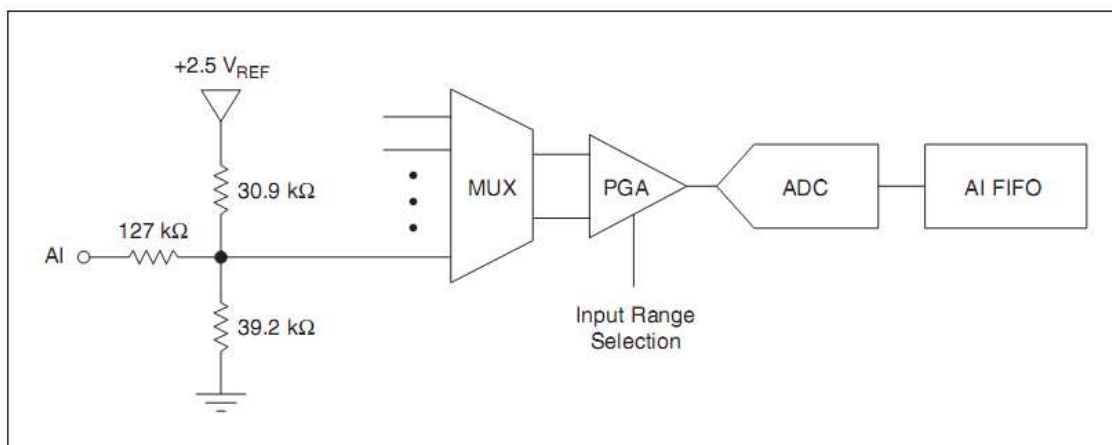
### **3.2 Hardware**

Pro výsledné testování programu bylo využito měřicí karty v laboratořích, která patří mezi dražší skupinu karet a její využití má mnohem větší rozsah, než jaký je potřeba. Pro tuto aplikaci postačí běžná multifunkční karta NI USB-6008/6009, která je patrně nejlevnějším a současně nejmenším zařízením DAQ firmy National Instrumental. Karta se připojuje k počítači USB kabelem přes komunikační rozhraní USB (USB 2.0 full speed). Blokové schéma je znázorněno na obrázku číslo 9. Karta je vybavena 8 analogovými vstupy (AI 0 až AI 7 – Analog Input), 2 analogovými výstupy (AO 0 a AO 1 – Analog Output), 12 obousměrnými číslicovými vstupy/výstupy (P0.0 až P1.3) a jedním 32bitovým čítačem (vstup PF 0, který může sloužit rovněž jako vstup pro spouštění - trigger). Analogové vstupy AI lze zapojit buď jako 8 nesymetrických kanálů (tzv. proti společné zemi) nebo jako 4 diferenciální (symetrické) kanály. Na vnější konektor je rovněž vyvedeno napětí +5 V (získané z rozhraní USB) a referenční napětí +2.5 V ze stabilizátoru pro A/D převodník (ADC).



**Obrázek číslo 9 :** Blokové schéma multifunkční karty NI USB-6008/6009 [8]

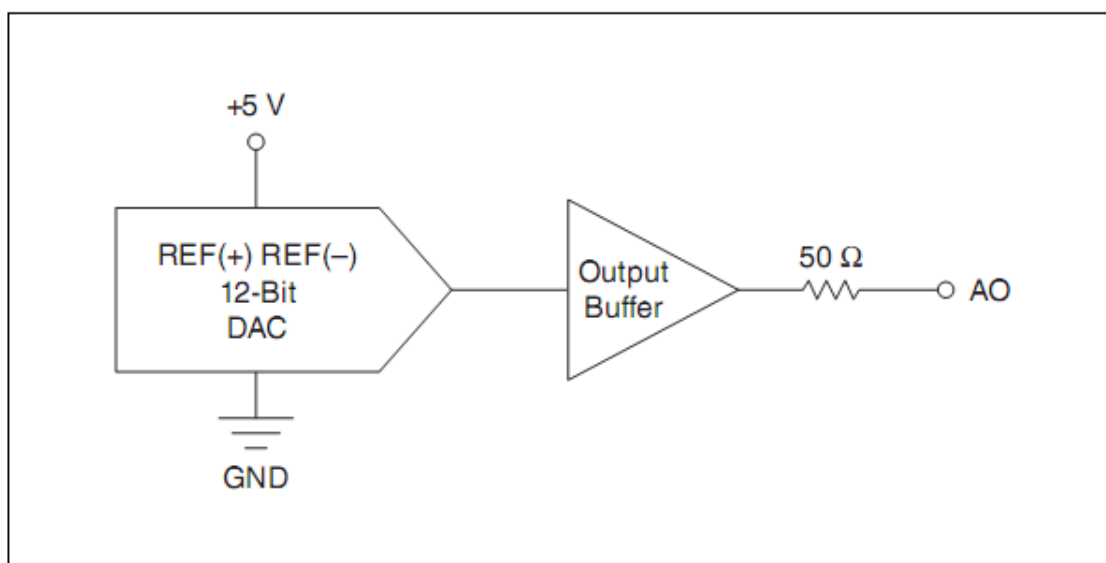
Blokové schéma analogového vstupu (kanály AI) je naznačeno na obrázku 10. Multiplexer MUX připojuje jednotlivé analogové vstupy AI na zesilovač s programovatelným zesílením PGA (Programmable Gain Amplifier). Zesílení se nastavuje podle vstupního rozsahu 1x, 2x, 4x, 5x, 8x, 10x, 16x, resp. 20x (pro diferenciální zapojení vstupů AI) nebo 1x (pro zapojení nesymetrické se společnou zemí). A/D převodník ADC potom převádí napětí na číslicovou informaci ve formátu dat. Aby při převodu nedošlo ke ztrátě dat, je nutno je ukládat do paměti typu fronta (FIFO – First IN – First Out).



**Obrázek číslo 10 :** Blokové schéma analogového vstupu (kanály AI) [8]

V diferenciálním zapojení lze na vstupy AI přivést napětí v rozsahu maximálně od -20 do +20V. Na svorce totiž může být napětí maximálně +-10V. Větší úroveň napětí bude pak omezena. Pro synchronizaci zápisu hodnoty na analogových vstupech AI lze použít číslicový vstup PFI 0. Je-li aktivována funkce triggeru, bude čtení na analogovém vstupu aktivní při vzestupné nebo sestupné hraně synchronizačního signálu na vstupu PFI 0.

Analogové výstupy AO 0 a AO 1 jsou vzájemně nezávislé a každý obsahuje 12bitový D/A převodník (DAC) s výstupním rozsahem 0 až 5V. Časování se provádí programově.



**Obrázek číslo 11 :** Blokové schéma zapojení výstupního analogového obvodu (kanál AO) [8]

*„Při generování napětí na analogovém výstupu AO se mohou objevovat určité krátkodobé rušivé impulzy (glitch) způsobené při převodu v D/A převodníku. Největší rušivý impulz se projeví při změně nejvyššího platného bitu D/A převodníku. Rušení lze eliminovat zařazením filtru typu dolní propust, který deformace omezí.“ [8]*

### **3.2.1 Instalace programového vybavení**

*„Na CD dodávaných s kartou USB 6008/6009 se nachází instalace NI-DAQmx pro Windows (např. verze 8.71 je určena pro Windows 2000/XP/Vista). Instalací se aktualizuje kromě MAX též knihovna souborů podpory velkého množství zařízení DAQ firmy National Instruments pro LabView (případně LabWindows/CVI). Instalace se provádí dříve, než kartu USB 6008/6009 připojíme k počítači. Po úspěšné instalaci NI-DAQmx se může karta USB 6008/6009 připojit kabelem USB k počítači. Zařízení je rozpoznáno a po automatickém doinstalování příslušného ovladače je připraveno k dalšímu použití.“ [8]*



## 4. Programové řešení AVS

### 4.1 Labview

*Programovací a vývojové prostředí LabView (z anglického Laboratory Virtual Instruments Engineering Workbench) čili laboratorní pracoviště virtuálních přístrojů, někdy též LV, je produktem firmy National Instruments (NI), která je průkopníkem a největším výrobcem v oblasti virtuální instrumentace, technické disciplíny, která zažívá veliký rozvoj v oblasti vývoje, výzkumu, školství a průmyslu.[8]*

Prostředí LabView, někdy nazývané jako G-jazyk (tedy grafický jazyk), je vhodné nejen k programování systémů pro měření a analýzu signálů, řízení a vizualizaci technologických procesů různé složitosti, ale také k programování složitých systémů, jako je třeba robot. S určitou nadsázkou lze říci, že prostředí LabView nemá omezení své použitelnosti.

Hlavním cílem virtuální instrumentace je nahradit dočasně nebo i trvale prostorově, finančně a mnohdy i časově náročné využití technických prostředků (hardware) řešením virtuálním (zdánlivým) za přispění programových prostředků (software) a zejména pak grafickými a vizuálními prostředky a zprostředkovat tak uživateli maximální názornost. Toto řešení umožňuje rychlé navrhování nových aplikací i provádění změn v konfiguraci, což je u realizace skutečnými nástroji za pomoci reálných součástí často velice nákladné nebo přímo nemožné.

Pojem virtuální instrumentace se promítnul i do označení souborů, resp. programů, se kterými se v LabView pracuje a které se nazývají virtuální instrumenty (přístroje), ve zkratce VI. Toto označení se objevuje rovněž v příponě souboru, resp. programu.

### 4.2 Uživatelské rozhraní LabView

Uživatelské rozhraní programu v LabView má obvykle podobu čelního ovládacího panelu určitého měřicího přístroje. To je také jeden z důvodů, proč se program v LabView nazývá pojmem zdánlivý (virtuální) přístroj – VI (Virtual Instrument). Každý VI se skládá ze dvou sdružených (asociovaných) oken: z uživatelského rozhraní, kterému se v terminologii LabView říká čelní panel (angl. front panel), a z blokového diagramu (angl. block diagram), který je zdrojovým kódem VI.

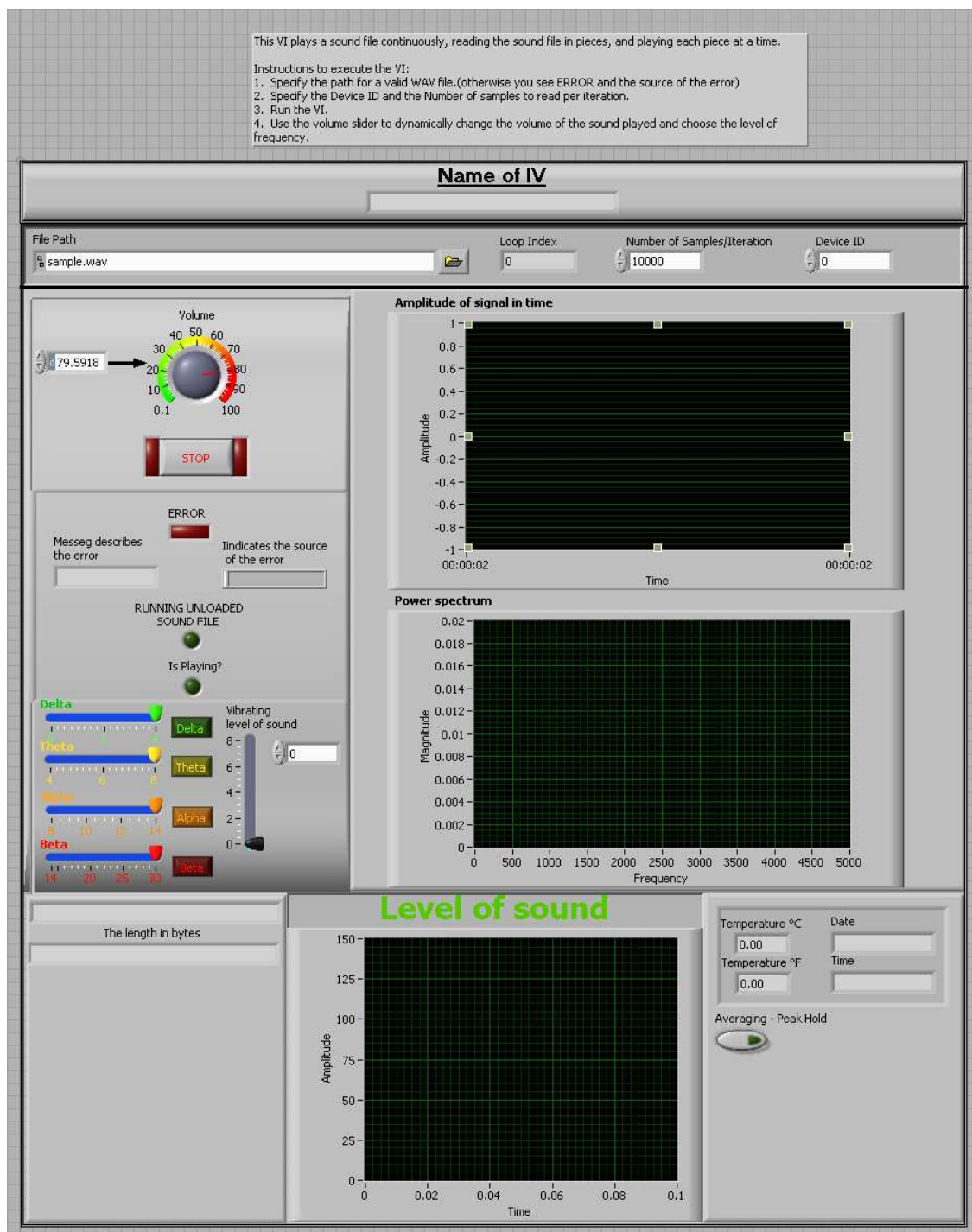
### 4.2.1 Úvod pro ovládání čelního panelu

Čelní panel tvoří uživatelské rozhraní zvolené aplikace a určuje její vzhled a chování. Přes jeho objekty (ovládací a indikační prvky) lze řídit běh aplikace, zadávat parametry a získávat informace o zpracovaných výsledcích. Veškeré objekty je možné libovolně měnit a upravovat, programově nastavovat, automaticky přizpůsobit velikosti okna, resp. nastavovat velikost okna v závislosti na rozlišení a další volby. Na ploše lze pracovat jak s vlastními prvky, tak s poměrně širokou škálou prvků, které jsou součástí samotného vývojového prostředí. Vizuální prvky se dělí z funkčního hlediska na dvě základní skupiny: vstupy a výstupy. Vstupy mohou mít různé podoby ovladačů (control), jako například button, knob, slide, numeric control, text control a mnoho dalších. Výstupy mohou zase mít různé podoby zobrazovačů (indicator), jako je například meter, text indicator, numeric indicator, led, progressbar, různé podoby grafů a další. Vstupní hodnoty se velmi lehce zadávají a výstupní snadno zobrazují. V okně čelního panelu tedy uživatel vytváří vnější vzhled aplikace – umísťuje ovládací prvky, definuje jejich polohu, chování i vzhled. Díky vhodné volbě těchto ovládacích, zobrazovacích a dalších prvků na čelním panelu jsem se pokusil vytvořit uživatelsky příjemnou a přehlednou aplikaci. V režimu běhu programu je možné aplikaci ovládat, nastavovat hodnoty parametrů a sledovat výstupy VI.

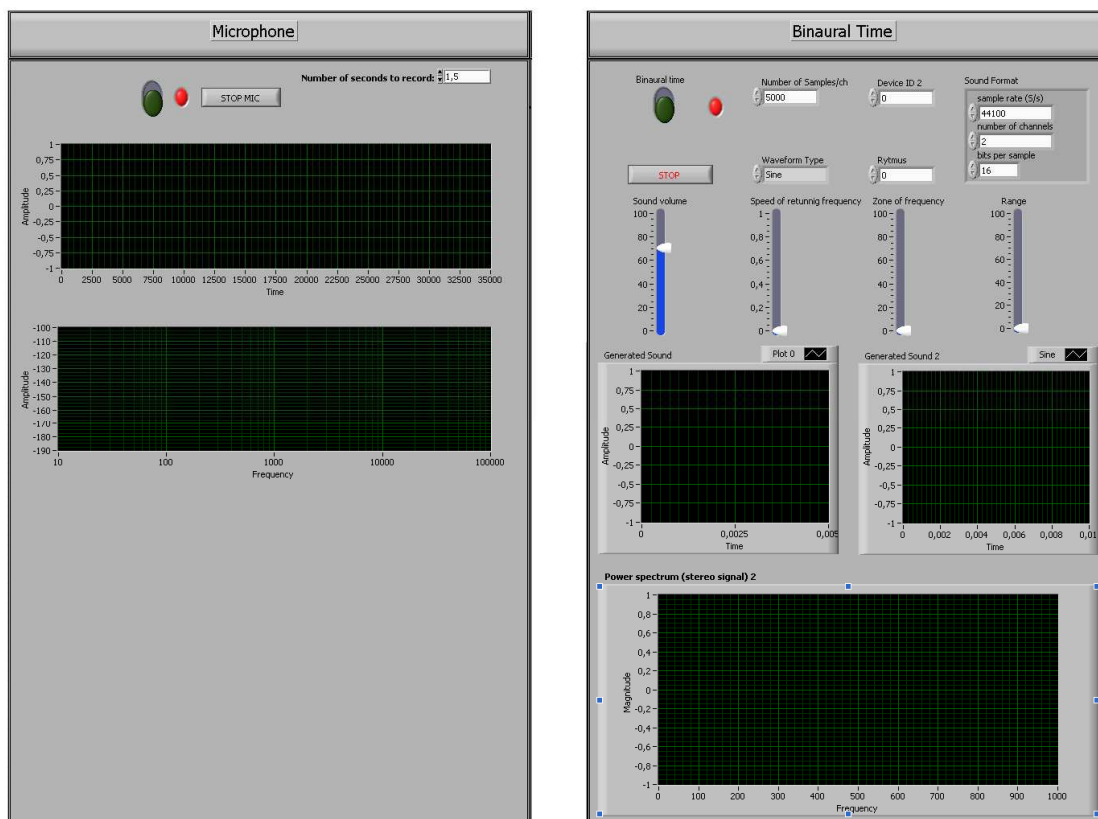


Obrázek číslo 12: Labview

## 4.2.2 Ovládání čelního panelu pro AVS

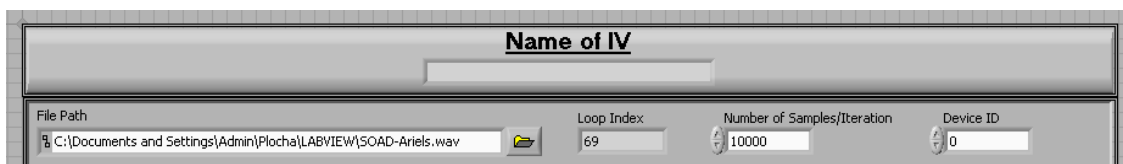


Obrázek číslo 13: Střední část čelního panelu VI



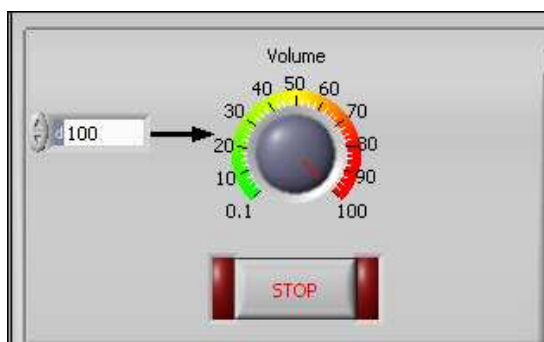
**Obrázek číslo 14 : Boční část čelního panelu VI**

Na obrázku číslo 13 je zobrazen náhled střední části čelního panelu s jednotlivými ovládacími a zobrazovacími prvky, vstupy a výstupy. V nejvyšší části čelního panelu se nachází stručný návod, který popisuje ovládání a možnosti nastavení. Cílem vytvoření programu bylo, aby ovládání bylo co možná nejpřehlednější, ale zároveň aby nabízelo dostatečné množství využitelných podaplikací a zobrazovacích prvků, díky kterým je vidět, co se se zvukem v určitém okamžiku děje. V dalších obrázcích je střední část čelního panelu rozdělena na jednotlivé úseky, které jsou stručně popsány.



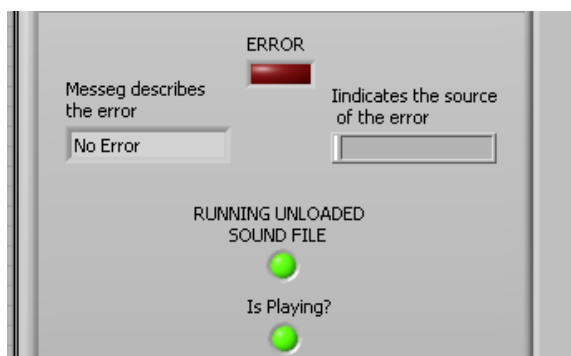
**Obrázek číslo 15: První část čelního panelu**

Na první části panelu se nachází grafické prvky text indicator, file path, loop index, number of samples a device. Text indicator slouží k zobrazení názvu VI, který je viditelný pouze ve spuštěném stavu. Dále file path umožňuje načtení souboru (v tomto případě pouze soubory \*.wav) kliknutím na ikonku zobrazenou podobně jako složka. Loop index ukazuje číslo, které odpovídá součtu jednotlivých smyček vykonaných v průběhu spuštění zvukové stopy. V grafickém prvku number of samples se může nastavit počet vzorků, které specifikují počet pro každý kanál načteného souboru. A nakonec grafický prvek device, u kterého můžeme nastavit číslo vstupu nebo výstupu pro zvukovou kartu. Pro běžné ovládání se zachová nastavení hodnot na výchozí úrovni (device = 0, number of samples = 10000), zobrazovací prvek loop index slouží spíše pro lepší orientaci v programovacím prostředí.



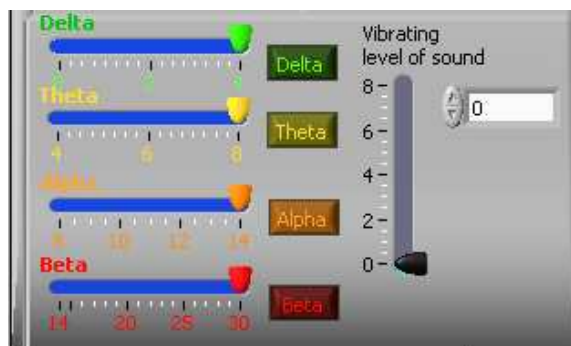
**Obrázek číslo 16:** Druhá část - stop a volume

Druhá část umožňuje měnit hladinu zvuku, ať už otočným knobem, tak číselným boxem vedle něho. Pod tímto ovládacím prvkem se nachází tlačítko STOP se dvěma červenými led diodami, které se po zmáčknutí rozsvítí.



**Obrázek číslo 17:** Třetí část – načtení souboru

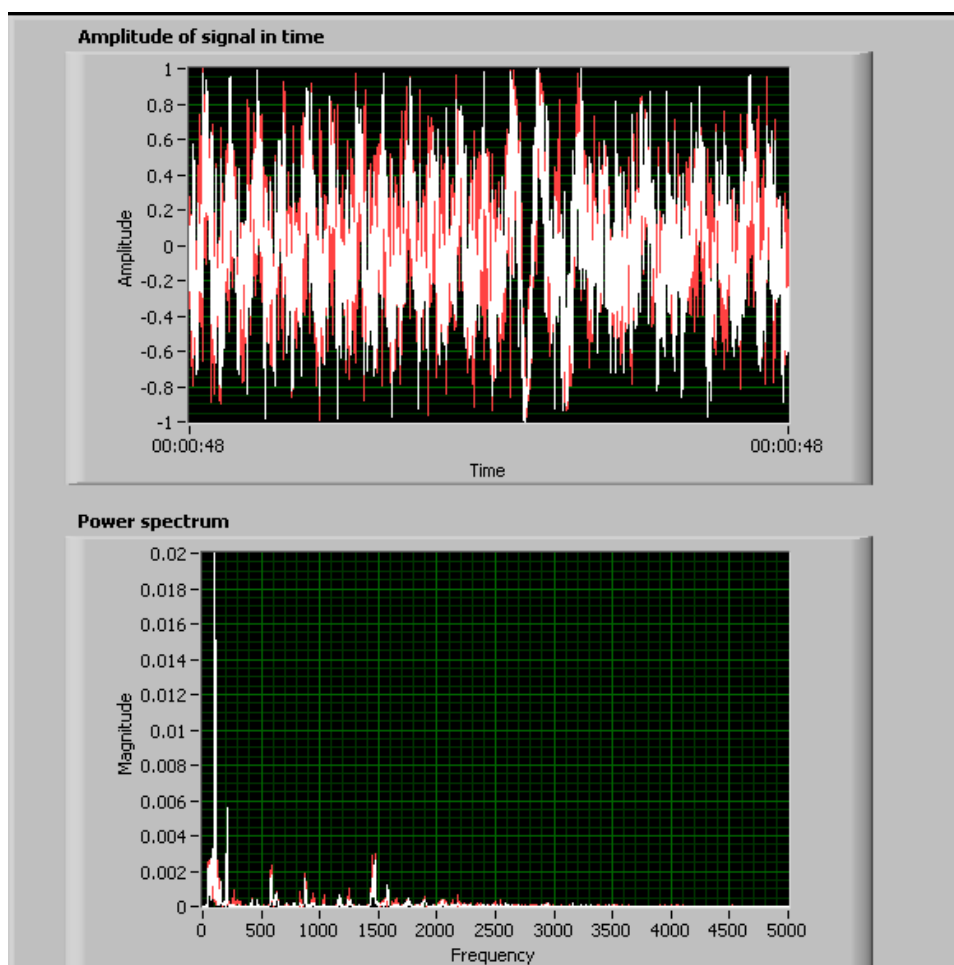
V třetí části se nachází červená a zelená led dioda indikující průběh načítání souboru. V případě jakékoliv chyby zhasne zelená led dioda, a jestliže chyba je rozeznána, tak se rozsvítí červená led dioda a vypíší se chyby s přesným určením (číselný kód a obecný popis).



**Obrázek číslo 18:** Čtvrtá část – nastavení frekvence AVS

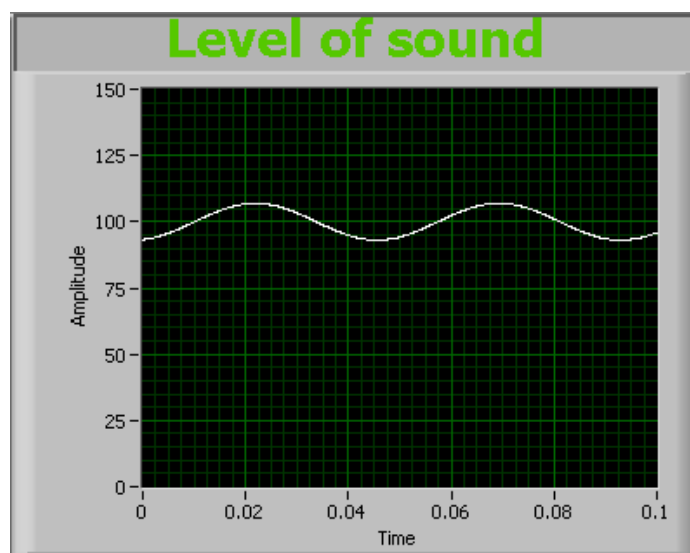
V této části je možnost nastavení frekvence neboli stavu vědomí, který je možné stimulovat. U každé ze čtyř hladin frekvencí je možnost nastavení přesnější hodnoty jednotlivé frekvence a pomocí ovládacího knobu také její velikost výsledného vlivu na celkovou stimulaci (velikost rozkmitu hladiny zvuku). Ta musí být nenulová.

Díky tomuto prvku uživatel může plynule přecházet mezi jednotlivými frekvencemi a zvolit si nejlepší průběh celé stimulace. Bohužel používání těchto ovládacích prvků nese neobvyklý prvek. Stisknutím na tlačítko s názvem hladiny (delta, theta, alpha, beta) aktivujeme frekvenci, která se „nanášší“ na hladinu zvuku a v případě přednastavení frekvence na jinou úroveň je nutno danou frekvenci vypnout a teprve potom požadovanou frekvenci zapnout. Pokud by tak nebylo učiněno, obě číselné hodnoty nastavené frekvence se sečtou do jedné výsledné. Všechna nastavení se mohou ovládat v běhu programu a nemusí docházet k vypínání stimulace, tedy celého programu.

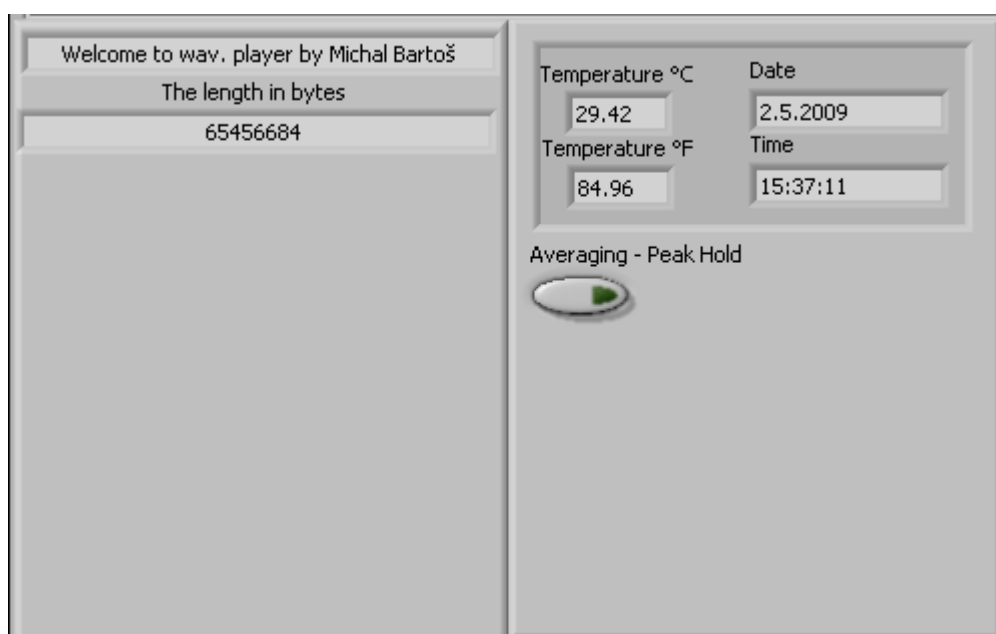


**Obrázek číslo 19:** Pátá část – zobrazení hladiny zvuku v čase a frekvenci

Pod ovládacími prvky stimulace se nachází zobrazovací a informativní část programu. První dva grafy zobrazují již podle názvu analýzu přehrávaného souboru, tedy velikost amplitudy v čase a jeho spektrum (obě pomocí grafických prvku waveform graphs). Tyto grafy nejsou ovlivňovány frekvencemi stimulací nebo nastavením urovně zvuku, jelikož toto přehledně zobrazuje třetí graf level of sound, kde se může vizuálně zkontrolovat nastavené hodnoty a jejich proběh v stimulaci.



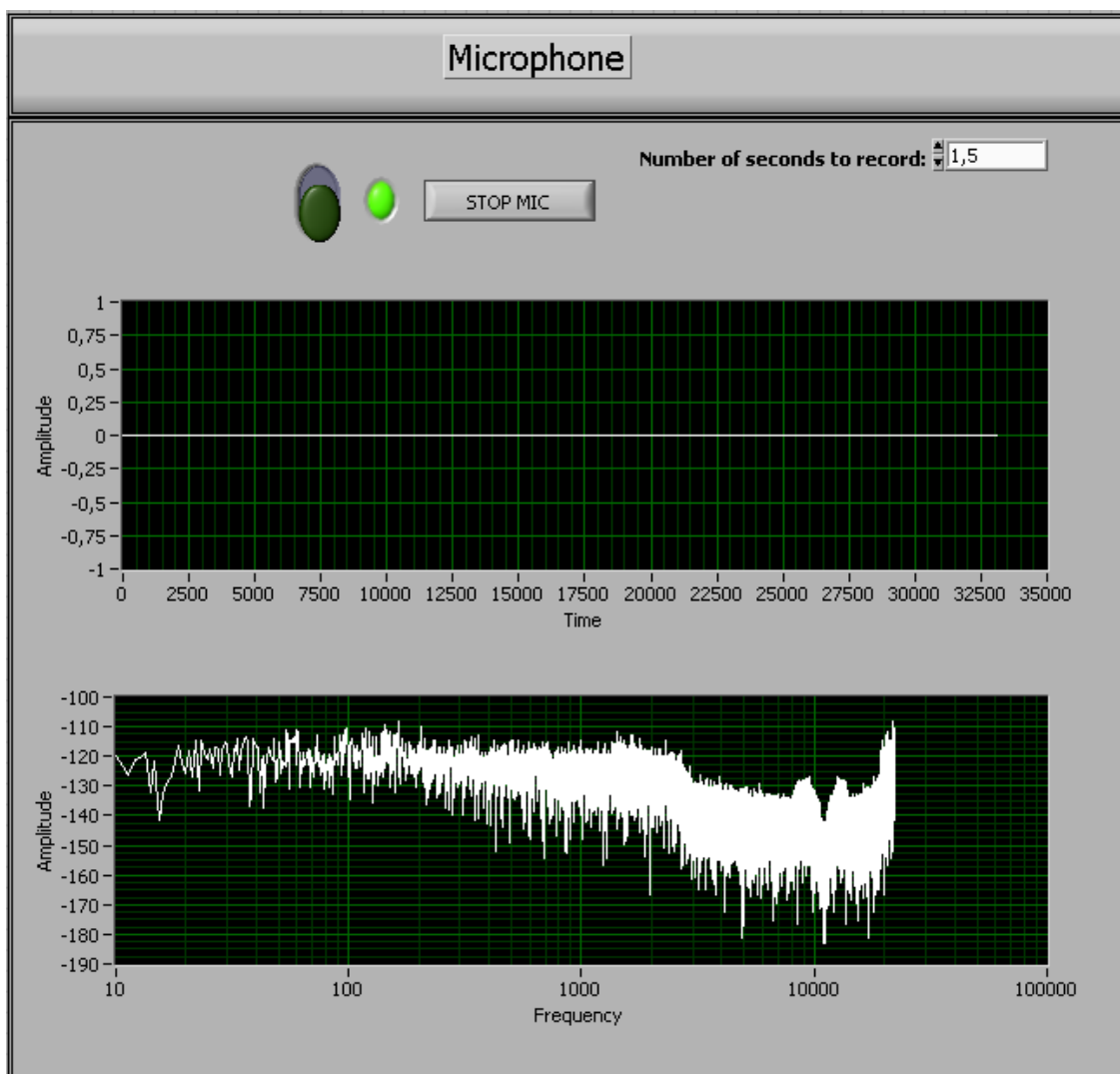
**Obrázek číslo 20:** Šestá část – hladina zvuku



**Obrázek číslo 21:** Sedmá část – doplňkové informace a průměrování

V poslední části čelního středového panelu se nachází zobrazovací prvky informativního charakteru, které jsou především doplňkové nebo simulační. Program zobrazí velikost načteného souboru, simulaci teploty a jejího přepočtu, datum, čas, uvítací logo, které se zobrazí po spuštění hudby a zobrazovací funkcí průměrování peak hold. Toto průměrování slouží k zobrazení nejvyšších výchylek v grafu, které zobrazuje spektrum frekvencí.

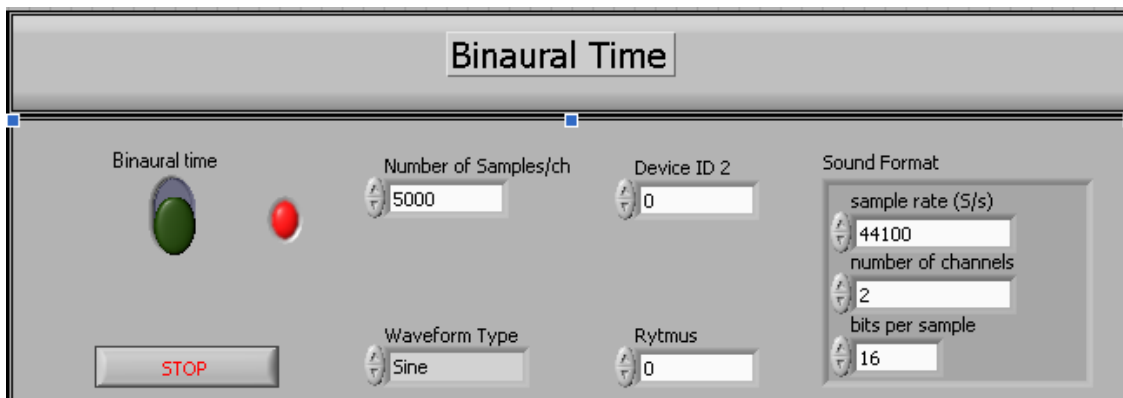




**Obrázek číslo 22 :** Čelní panel pro ovládání mikrofону

Tato část programu je spíše doplňková a řeší možnost vstupu zvuku z mikrofону (tedy bez načtení souboru) a případné její úpravy pomocí načtení námi zvolené hladiny stimulace. Před spuštěním programu musí být zvoleno jako zdroj zvuku mikrofón pomocí stisknutí tlačítka v horní levé části. Vedle něho se také nachází tlačítko na ukončení běhu programu a velikost hodnoty frekvence zisku zvuku z mikrofónu. Velikost hladiny zvuku a její spektrum je zobrazeno v grafech pod ním.

V poslední části bočního panelu se může velmi přesně nastavit hodnota a rozsah binaurálních rytmů. Na obrázku číslo 14 je v pravé polovině zobrazen celý ovládací panel a na obrázcích číslo 23, 24 a 25 jeho jednotlivé části i s popisem.



**Obrázek číslo 23 :** Horní část čelního panelu pro binaurální rytmy

V levé části se opět nachází ovládací prvek pro zapnutí stimulace pomocí binaurálních rytmů (musí být zapnuto před spuštěním programu) jeho indikátor a případné ukončení běhu programu.

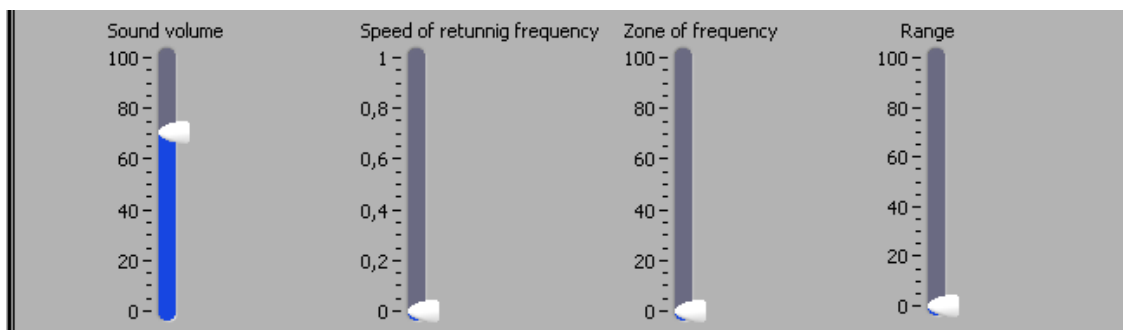
Number of Samples/ch – nastavení počtu vzorků pro každý kanál

Device ID 2 – číslo vstupu nebo výstupu zvukové karty

Waveform Type – výběr typu signálu pro kolísání frekvence

Rytmus – volba velikosti frekvence binaurálního rytmu

Sound Format – nastavení formátu zvuku (počet kanálů, bitů na vzorek,...)



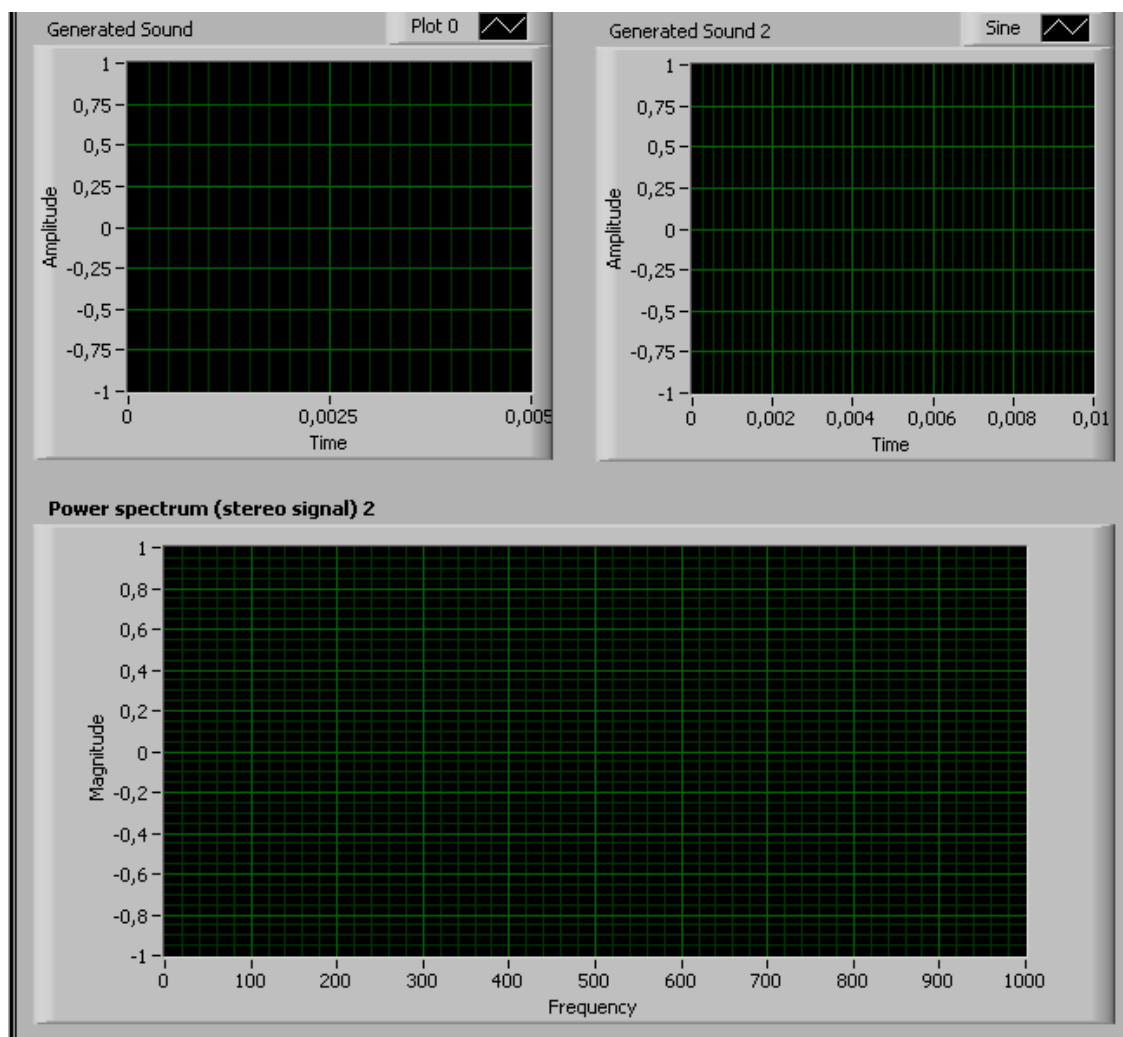
**Obrázek číslo 24 :** Střední část panelu pro binaurální rytmy

Sound volume – velikost hladiny zvuku

Speed of retunnig frequency – rychlost přeladování (změny) frekvence

Zone of frequency – oblast frekvence, která se bude plynule měnit a posluchač ji bude také slyšet

Range – rozsah hodnoty frekvence, která se bude měnit



**Obrázek číslo 25:** Spodní část panelu pro binaurální rytmy

Grafické zobrazení signálu generovaných pro nastavení binaurálního rytmu a jeho celkové spektrum.

### **4.2.3 Tvorba blokového diagramu**

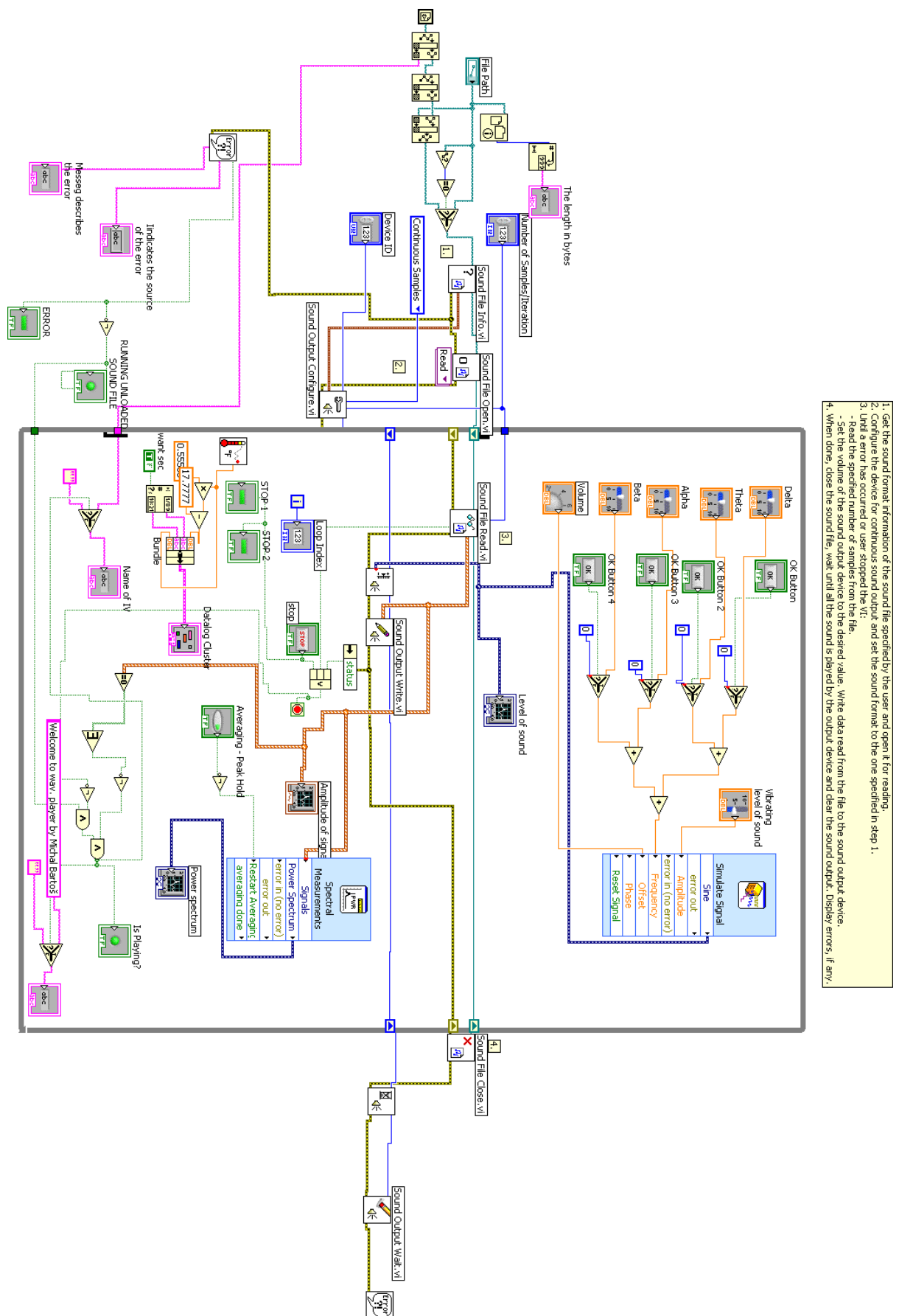
Obrazovka blokového diagramu (block diagram) je druhým sdruženým oknem každé aplikace. Mezi obrazovkami čelního panelu (front panel) a blokového diagramu lze přecházet stiskem <Ctrl+E>. Na obrazovce blokového diagramu uživatel definuje vlastní algoritmus programu, tedy propojení prvků z čelního panelu a jejich parametry. Navíc v této programovací části jsou prvky, které se nezobrazují na čelním panelu a slouží pouze k programovacím úkonům a mohou obsahovat další vnořený block diagram, tzv. SubVI.

Grafické objekty, které jsou obsahem blokového diagramu, tvoří zdrojový kód programu, resp. VI v LabView. Blokový diagram, který se může podobat vývojovému diagramu programu, odpovídá rovněž řádkům textu v textově orientovaných programovacích jazycích. Ve skutečnosti je blokový diagram přímo spustitelným kódem, který je překládán během psaní s možností okamžité zpětné vazby při vzniku chyb, jako například při připojení neslučitelných datových typů. Blokový diagram je tvořen vzájemně propojenými objekty vykonávajícími určitou funkci.

### **4.2.4 Tvorba blokového diagramu pro AVS střední část**

Na obrázku číslo 26 je náhled zapojení, které odpovídá ovládacímu panelu umístěného uprostřed čelního panelu. Toto zapojení je rozděleno pomocí značek do čtyř hlavních částí podle uvedeného návodu (souží spíše k orientaci) uvnitř blokového diagramu (obrázek číslo 27). Toto zapojení slouží k stimulování mozkových hladin pomocí nanesení frekvence do hladiny zvuku. Před spuštěním programu se musí vybrat, jaký soubor se bude přehrávat a nesmí být vybrána jiná možnost stimulace (sepnutý button pro mikrofon nebo binaurální rytmy)

Pro značnou rozsáhlost vytvořeného programu nejsou podrobně popisovány v dalších kapitolách jednotlivé prvky blokového diagramu, ale pouze prvky hlavní nebo logika jejich propojení.



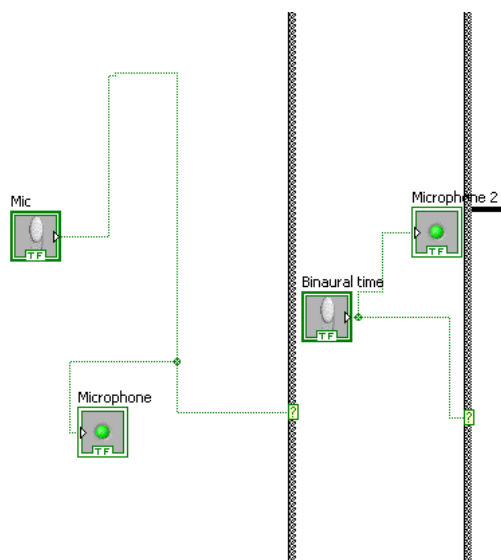
1. Get the sound format information of the sound file specified by the user and open it for reading.
2. Configure the device for continuous sound output, and set the sound format to the one specified in step 1.
3. Until a error has occurred or user stopped the VI:
  - Read the specified number of samples from the file.
  - Set the volume of the sound output device to the desired value. Write data read from the file to the sound output device.
4. When done, close the sound file, wait until all the sound is played by the output device and clear the sound output. Display errors, if any.

Obrázek číslo 26: Náhled blokového diagramu

V oblasti označené číslem 1 se nacházejí prvky pro načtení souboru. Otevřený soubor (path = cesta), popř. prázdný path (rozhoduje se na základě toho, zda došlo k načtení pomocí prvku select) je přiveden na vstup sound file info, který vrací formát zvuku, error a opět path. V druhé části se tento path a error přivádí na sound file open (slouží k otevření souboru a použití datového typu sound file refnum) a na sound output configure (nastavení vzorkovacího módu, vstupu nebo výstupu zvukové karty a počtu vzorků). Pod oblastmi číslo 1 a 2 jsou prvky sloužící pro indikaci a určení chyby načteného nebo načítaného souboru. Ve třetí části, která je tvořena while cyklem, je hlavním prvkem sound file read. Tento prvek slouží k načtení části souboru a vrací datový tok (zobrazuje se pomocí waveform graphs a také je přiveden na sound output write), zdali je konec souboru, sound file refnum out a error. Sound output write sloužící zvukovému přehrávání souboru má na vstup přiveden sound output set volume, díky kterému se nastavuje hladina zvuku, případně smíchaná s požadovanou frekvencí stavu vědomí. Volba a vznik těchto frekvencí vytváří prvek simulate signal, který dokáže vytvořit požadovaný průběh a tvar signálu. Frekvenční průběh tohoto signálu je tvořen tlačítky, kterými se přepíná mezi jednotlivé slidery, přivedenými na vstup pro volbu frekvence. Dále velikost rozkmitu přivedeného na vstup pro načtení velikosti amplitudy a nakonec celková hlasitost zvuku přivedená na vstup offset. Tento signál je zobrazen ve waveformgraphu a je přiveden na již zmíněný sound output set volume. V pravé dolní části se nacházejí dva waveform graphy, které zobrazují průběh signálu načteného souboru (okamžitá výchylka v čase) a jeho spektrum získané pomocí prvku spectral measurements. V poslední čtvrté části se nacházejí ukončovací prvky, tzv. sloužící pro řádné ukončení celkové aplikace a případné znovuspuštění. Pokud je přehrávání u konce, soubor se uzavře a počká, dokud všechna zvuková stopa nebude přehrána výstupem zvukové karty. V jiném případě zobrazí chyby, které v průběhu celé akce nastaly.

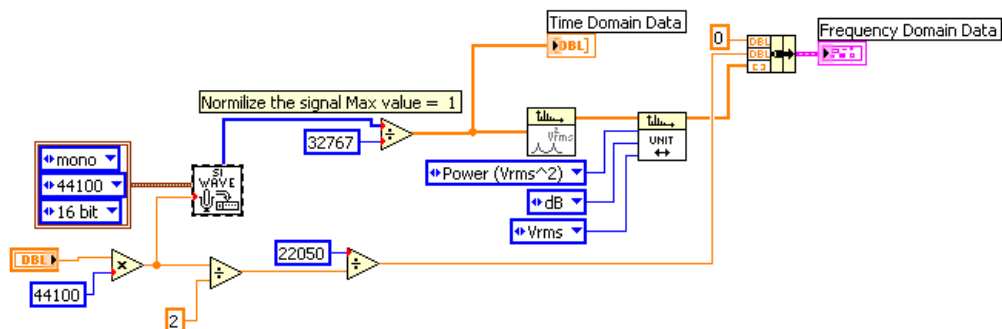
- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Get the sound format information of the sound file specified by the user and open it for reading.</li> <li>2. Configure the device for continuous sound output and set the sound format to the one specified in step 1.</li> <li>3. Until a error has occurred or user stopped the VI: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Read the specified number of samples from the file.</li> <li>- Set the volume of the sound output device to the desired value. Write data read from the file to the sound output device.</li> </ul> </li> <li>4. When done, close the sound file, wait until all the sound is played by the output device and clear the sound output. Display errors, if any.</li> </ol> |
|--|

**Obrázek číslo 27:** Popis schéma v horní části blokového diagramu



**Obrázek číslo 28 :** Ukázka přepínání podaplikací

Na obrázku číslo 28 je zobrazena funkce přepínání mezi jednotlivými možnostmi stimulace (rozdělena do tří částí) využitím case structure datového typu boolean.



**Obrázek číslo 29:** Blokový diagram zapojení mikrofону

Blokový diagram zapojení stimulace využívá zdroje zvuku z mikrofону (obrázek číslo 29 je) využívá prvek sound read waveform. Prvek musí být opatřen dalšími prvky, aby mohl správně fungovat (formát zvuku, vzorkování,...). Další část blokového diagramu je spíše zobrazovací a informativní. Celý nahrávaný signál z mikrofónu se

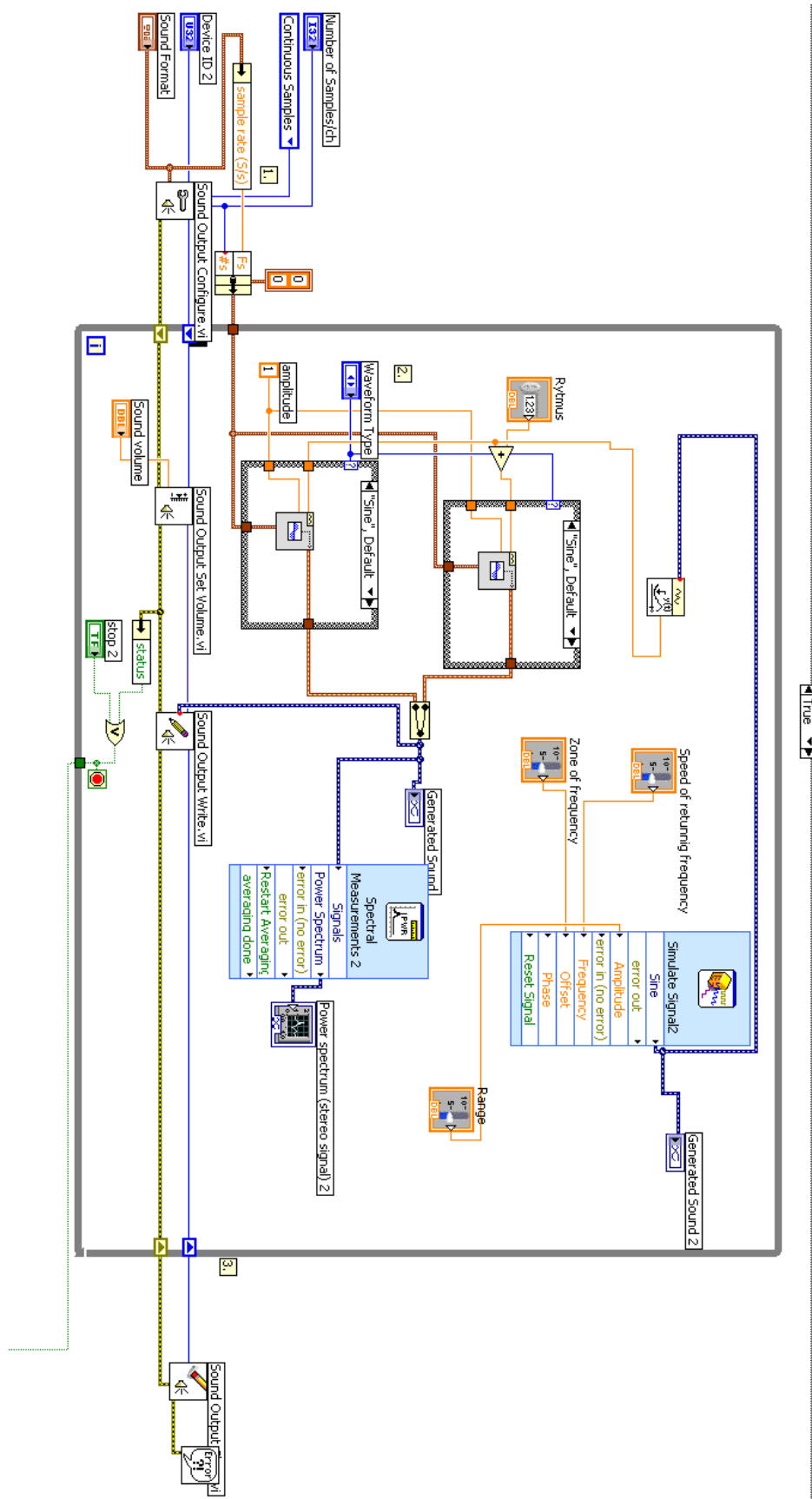
zobrazuje pomocí dvou grafů. Přičemž první znázorňuje jeho amplitudu v čase a druhý jeho spektrum v decibelech.

Poslední část blokového diagramu, kde dochází ke stimulaci frekvencí mozku pomocí binaurálních rytů, je rozdělena do tří částí. V první oblasti dochází opět ke konfiguraci zvukové karty (počet vzorku, formát, spojitý vzorkování, číslo vstupu nebo výstupu zvukové karty,...) a přivedení těchto informací do smyčky while, resp. druhé oblasti. Zde dochází k celkové úpravě zvuku a jeho možnostem nastavení. Logikou stimulace binaurálních rytů je stereo signál s rozdílným (posunutým) spektrem. Proto v blokovém diagramu jsou dva prvky generující zvolený signál (sine waveform) uživatelem a díky přičtení hodnoty v prvku rytmus dochází právě ke zmíněnému rozdílnému spektru od druhého signálu. Oba tyto dva signály jsou poté sloučeny do jednoho stereo signálu. Hodnota této výsledné slyšitelné frekvence by byla velice nepříjemná, kdyby se držela stále na jedné hodnotě. Změna nebo velikost není vůbec důležitá a tudíž může docházet k libovolné změně, aby výsledný zvuk byl pro posluchače příjemný. Změna této frekvence se zajišťuje pomocí dalšího generovaného signálu (prvek simulate signal) a jeho měnících se hodnot osy y. Rychlost změny, velikost počáteční frekvence nebo rozsah frekvencí, ve kterých bude signál kmitat, se nastaví na vstupních hodnotách prvku generující signál (speed of returning frequency, zone of frequency, range). Další prvky slouží k nastavení úrovně hlasitosti, zapsání zvuku na zvukovou kartu a ukončení zápisu.

1. Configure the sound input for continuous acquisition.
2. Until an error has occurred or user stopped the VI:
  - Generate waveform of a given type with specified frequency and amplitude of 1. Display the generated data in the graph.
  - Set the volume of the output device to the specified value.
  - Play the generated waveform by writing the data to the output device.
3. Clear the Sound Output and display errors, if any.

**Obrázek číslo 30:** Návod blokového diagramu binaurálních rytů



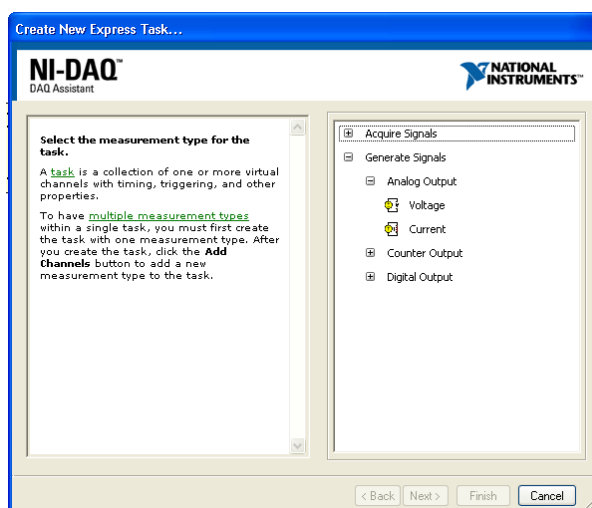


Obrázek číslo 31 : Blokový diagram stimulování hladin mozku pomocí binaurálních rytů

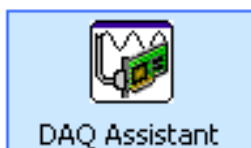
#### 4.2.5 Ovládání LED-diod

Ovládání LED diod neboli jejich blikání frekvencí stejnou s nastavenou úrovní stimulace hladiny lidského mozku se zprostředkuje pomocí DAQ (data acquisition). Pro konfiguraci zařízení DAQ v operačním systému Windows se používá nástroj Measurement & Automation Explorer (zkráceně MAX). Max přečte informace v ovladači zařízení v registrech operačního systému Windows a přiřadí zařízení logické jméno pro NI-DAQmx, s nímž se potom pracuje v LabView.

Dále se musí vytvořit nová úloha pomocí NI-DAQmx (v terminologii NI-DAQmx se nazývá task), kde zvolíme jako typ kanálu analog output s charakteristikou impulsu a příslušné frekvence. Tato frekvence se mění podle požadavku na stimulování určité hladiny mozku.



Obrázek číslo 32: Tvorba DAQ



Obrázek číslo 33: Prvek DAQ bez možnosti zapojení

Při praktické aplikaci programu byli využity LED diody (umístěné na stimulačních brýlích) se svítivostí 30 mcd (při doporučeném pracovním proudu 10 mA) a tedy nebylo nutné použití nastavení změny intenzity světla. Velikost výstupního napětí pro stimulační brýle je nastavena jako vstupní hodnota programového prvku DAQ a může být změněna uživatelem pomocí ovládacího knobu umístěného na čelním panelu (může sloužit i ke změně intenzity světla). Zdrojem napětí pro stimulační brýle slouží DAQ (resp. měřicí karta) s charakteristikou impulzu a výstupní hodnotou frekvence, která je zvolena na čelní panelu jako frekvence hladiny vědomí a přivedena na DAQ jako vstupní hodnota.

## 5. Závěr

Na poli obchodu a komerčního využití se audiovizuální stimulátor pravděpodobně zabydlel natrvalo a to nejen díky dosaženým výsledkům v praxi, ale i vzhledem k dalším potencionálním možnostem využití. Zatím nejrozšířenější využití nabízí v oblasti relaxace, odpočinku, krácení a zkvalitnění doby spánku.

Nyní se ukazují i nové metody a hladiny stavu pro zlepšení studia a soustředění. Příkladem mohou být i stavy alpha, popř. beta, díky kterým se mozek dostává do stavu soustředění a lepšího vnímání informací. Při použití metody kolísání hladiny zvuku nejsou tyto frekvence ve zvukové stopě slyšitelné (jedná se o frekvence až 30Hz) a tudíž se dají libovolně použít, aniž by si kdokoliv uvědomoval jejich použití. Ačkoliv to nepřímo vnímáme, tak zvuk se pro nás stává více pobuzující, nikoli monotónně unavující. Toto skýtá možnost úpravy nanesením jednou z frekvencí alpha nebo beta a to jak do záznamu, kdy je zapotřebí dobrého vnímání řeči nebo přímo v ozvučovací technice při mluveném slovu.

Rozsahem softwarové části diplomové práce je, že programová část AVS obsahuje zdroj zvuku z mikrofону a jeho případnou další úpravu zvuku (nanesení hladiny), stimulaci pomocí binaureálních rytmů s možností velké variability nastavení a komfortu pro uživatele a stimulaci pomocí kolísání hladiny zvuku. Ve všech blocích čelního panelu (různých druhů využití softwaru) je mnoho bezpečnostních a informativních prvků, které zajišťují přehledný a bezproblémový chod celého systému. V případě nechtěného ukončení programu nebo chyby, je uživatel o všem informován a může bez problému vše uvést do bezporuchového stavu.

Dle zadání diplomové práce měl být v programu obsažen i prvek na ovládání LED diod brýlí (DAQ) a jejich změna frekvence podle nastavení uživatele jakou hladinu chce stimulovat. Tato část programu může být obsažena pouze v případě, že počítač má v sobě nainstalovanou měřicí kartu a může s ní komunikovat. Díky možnosti využití počítače v laboratořích byla tato část programu vytvořena a tedy pomocí prvku DAQ se podařilo blikání LED diod na měřicí kartě.

## Literatura

- [1] Mozek [online]. 2009, 20. 4. 2009 [cit. 2009-05-06]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Mozek>>
- [2] Psychowalkman MC Square X [online]. 2005 [cit. 2009-05-06]. Dostupný z WWW: <<http://psychowalkman.prirodni-leciva.cz/psychowalkman-mc-square-x1-mp3-prehravac/d-40151/>>
- [3] Nasser Kehtarnavaz a Namjin Kim, Digital signal processing system – level design, University of Texas at Dallas, Newnes is an imprint of Elsevier, 30 Corporate Drive, Suite 400, Burlington, MA 01803, USA, Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, UK 20005, ISBN : 0-7506-7914-X
- [4] Projekt Mediální zdůraznění potřeb vědy a perspektiv studia exaktních oborů – MedVěd [online]. 2007 [cit. 2009-05-06]. Dostupný z WWW: <http://www.projektmedved.eu/stredisko/node/59>
- [5] Spánek a sny [online]. 2009, 10. 4. 2009 [cit. 2009-05-06]. Dostupný z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Sp%C3%A1nek\\_a\\_sny](http://cs.wikipedia.org/wiki/Sp%C3%A1nek_a_sny)>
- [6] Psychowalkman a zvuk [online]. 2008 [cit. 2009-05-06]. Dostupný z WWW: <[http://www.baraka.cz/baraka/Baraka/b\\_8/b\\_8\\_psychowalkman\\_a\\_zvuk.html](http://www.baraka.cz/baraka/Baraka/b_8/b_8_psychowalkman_a_zvuk.html)>
- [7] EEG a stav mysli [online]. 2008 [cit. 2009-05-06]. Dostupný z WWW: <<http://svoboda.bloguje.cz/0801archiv.php>>
- [8] National Instruments – Test and Measurement [online]. 2010 [cit. 2010-04-06] Dostupný z WWW: <<http://www.ni.com>>
- [9] Master's degree in Modelling, Data Analysis and Scientific Computing - MADOCs [online]. 2008 [cit. 2009-05-06]. Dostupný z WWW: <[http://www.u-cergy.fr/phy/st/madocs/madocs\\_students.html](http://www.u-cergy.fr/phy/st/madocs/madocs_students.html)>
- [10] Extended Mind [online]. 2008 [cit. 2009-05-06]. Dostupný z WWW: <<http://manwithoutqualities.com/?s=Kurzweil>>
- [11] Brain In A Vat [online]. 2008 [cit. 2009-05-06]. Dostupný z WWW: <http://brainvat.wordpress.com/2007/09/04/method-of-the-month-eeg/>

- [12] Psychoporadna [online] 2009 [cit. 2010-04-06] Dostupný z WWW:  
<<http://www.psychoporadna.cz/cz/psychoshop/avs-pristroje/mozek-a-hladiny-vedomi/169.html>>
- [13] EEG,QEEG,NEUROFEEDBACK EQUIPMENT & TRAINNING [online] [cit. 2010-04-06]. Dostupný z WWW: <<http://qeegequipment.com/>>
- [14] Jaroslav Vlach, Josef Havlíček, Martin Vlach: Začínáme s LabView, Praha 2008

## SEZNAM OBRÁZKŮ

|  |    |
|--|----|
| <b>Obrázek číslo 1:</b> Snímek mozku.....  | 2  |
| <b>Obrázek číslo 2 :</b> Celková frekvence mozku.....  | 7  |
| <b>Obrázek číslo 3 :</b> Celková frekvence mozku v určitých oblastech.....                         | 8  |
| <b>Obrázek číslo 4 :</b> Frekvence mozku a jeho stavy vědomí.....                                  | 9  |
| <b>Obrázek číslo 5 :</b> Snímání signálu EEG.....  | 13 |
| <b>Obrázek číslo 6 :</b> Stimulační brýle.....   | 16 |
| <b>Obrázek číslo 7:</b> Jeden z mnoha pokusů neurotechnologie.....                                 | 17 |
| <b>Obrázek číslo 8:</b> Psychowalkman MC Square X1.....  | 21 |
| <b>Obrázek číslo 9 :</b> Blokové schéma multifunkční karty NI USB-6008/6009.....                   | 23 |
| <b>Obrázek číslo 10 :</b> Blokové schéma analogového vstupu (kanály AI).....                       | 24 |
| <b>Obrázek číslo 11 :</b> Blokové schéma zapojení výstupního<br>analogového obvodu (kanál AO)..... | 24 |
| <b>Obrázek číslo 12:</b> Labview .....   | 27 |
| <b>Obrázek číslo 13:</b> Střední část čelního panelu VI.....                                       | 28 |
| <b>Obrázek číslo 14 :</b> Boční část čelního panelu VI.....  | 29 |
| <b>Obrázek číslo 15:</b> První část čelního panelu.....  | 29 |
| <b>Obrázek číslo 16:</b> Druhá část - stop a volume.....   | 30 |
| <b>Obrázek číslo 17:</b> Třetí část – načtení souboru.....   | 30 |
| <b>Obrázek číslo 18:</b> Čtvrtá část – nastavení frekvence AVS.....                                | 31 |
| <b>Obrázek číslo 19:</b> Pátá část – zobrazení hladiny zvuku v čase a frekvenci.....               | 32 |
| <b>Obrázek číslo 20:</b> Šestá část – hladina zvuku.....   | 33 |
| <b>Obrázek číslo 21:</b> Sedmá část – doplňkové informace a průměrování.....                       | 33 |
| <b>Obrázek číslo 22 :</b> Čelní panel pro ovládání mikrofону.....                                  | 34 |
| <b>Obrázek číslo 23 :</b> Horní část čelního panelu pro binaurální rytmy.....                      | 35 |
| <b>Obrázek číslo 24 :</b> Střední část panelu pro binaurální rytmy.....                            | 35 |
| <b>Obrázek číslo 25:</b> Spodní část panelu pro binaurální rytmy.....                              | 36 |
| <b>Obrázek číslo 26:</b> Náhled blokového diagramu.....  | 38 |
| <b>Obrázek číslo 27:</b> Popis schéma v horní části blokového diagramu.....                        | 39 |
| <b>Obrázek číslo 28 :</b> Ukázka přepínání podaplikací.....  | 40 |
| <b>Obrázek číslo 29:</b> Blokový diagram zapojení mikrofону.....                                   | 40 |
| <b>Obrázek číslo 30:</b> Návod blokového diagramu binaurálních rytů.....                           | 41 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Obrázek číslo 31 :</b> Blokový diagram stimulování hladin mozku pomocí binaurálních<br>rytmů..... | 42 |
| <b>Obrázek číslo 32:</b> Tvorba DAQ.....   | 43 |
| <b>Obrázek číslo 33:</b> Prvek DAQ bez možnosti zapojení.....  | 43 |

## SEZNAM TABULEK

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabulka číslo 1:</b> Stavy mysli a jejich frekvence..... | 6  |
| <b>Tabulka číslo 2 :</b> Využití AVS.....                   | 10 |
| <b>Tabulka číslo 3:</b> Tóny a jejich frekvence.....        | 18 |



## Seznam použitých zkratk a symbolů

*TB* - Terabyte

*AVS* - Audiovizuální stimulátor

*NREM* - non-rapid eye movement sleep

*REM* - rapid eye movement sleep

*Hz* - Hertz

*DAQ* - Data AcQuisition

*NI* - National Instrumental

*H* - Intenzita magnetického pole

*DSP* - Digital Signal Processing

*AI* - Analog Input

*AO* - Analog Output

*PGA* - Programmable Gain Amplifier

*LabView*- Laboratory Virtual Instruments Engineering Workbench

*VI* -Virtuální instrumentace

*MAX* - Measurement & Automation Explorer